ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 17 MAI 1932.

PRÉSIDENCE DE M. ROBERT BOURGEOIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **A. Weinstein**, professeur de l'Université de Breslau, qui assiste à la séance.

M. **Ch. Richet** offre à l'Académie pour ses Archives des manuscrits de P. S. Girard et d'Alfred Richet.

IMMUNOLOGIE. — *Sur les propriétés cryptotoxiques de l'α-oxynaphtoate de sodium. Son action spéciale sur la toxine diphtérique.* Note de MM. **H. Vincent** et **L. Velluz**.

Parmi les acides organiques en combinaison sodique qui possèdent la propriété spéciale de neutraliser les toxines microbiennes, et sur lesquels l'un de nous a appelé l'attention ([1]), le groupe le plus important et le plus actif est constitué par certains acides à noyau benzénique ou par leurs dérivés substitués. Les plus caractéristiques, à cet égard, sont les acides benzoïque et salicylique (orthoxybenzoïque) ([2]), auxquels sont venus s'adjoindre les acides oxybenzoïques halogénés et, en particulier, l'acide 3.5-diiodosalicylique ([3]). Les acides salicyl-salicylique, vanillique, phényl-

([1]) H. Vincent, *Sur quelques substances non colloïdales à propriétés cryptotoxiques* (*Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1175, etc.).

([2]) *Id.*; *Bull. de l'Académie de Médecine*, **100**, 1928, n° 28.

([3]) H. Vincent, *C. R. Soc. Biol.*, **103**, 1930, p. 747; H. Vincent et L. Velluz *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 648; **193**, 1931, p. 969.

butylacétique, etc. ([1]), se rangent parmi ces corps à fonction cryptotoxique. Mis en présence de diverses toxines microbiennes, mais surtout de la toxine tétanique, ils les inactivent après un contact de quelques jours à la température de 38°-39° et les transforment en cryptotoxines inoffensives.

Nous avons poursuivi ces recherches avec un acide-phénol de la série naphtalénique, l'acide α-oxynaphtoïque $C^{10}H^{6}\langle{}^{OH\ (1)}_{COOH\ (2)}$. Quatre milligrammes d'acide α-oxynaphtoïque (en solution sodique) neutralisent, en quatre jours, à 38°-39°, 500 d. m. de toxine tétanique. Les injections de cette cryptotoxine confèrent rapidement au cobaye une immunité solide. A l'égard de la toxine tétanique, l'acide α-oxynaphtoïque est donc environ dix fois plus actif que l'acide orthoxybenzoïque et dix fois moins que l'acide 3.5-diiodosalicylique.

Mais, comparé aux autres corps à fonction cryptotoxique, *il possède une propriété qui lui est spéciale : c'est son action neutralisante élective sur la toxine diphtérique.* Celle-ci, en effet, se montre régulièrement plus résistante que les autres toxines microbiennes à l'action des nombreux corps étudiés jusqu'ici. Par contre, une proportion de 10^{mg} (en acide α-oxynaphtoïque), pour 1^{cm^3} de diverses toxines diphtériques qui tuent respectivement le cobaye de 250^g aux doses de $1/700^e$, $1/1600^e$ et $1/2500^e$ de centimètre cube — cette dernière toxine titrait 20 unités antigéniques — les neutralise toutes uniformément, en 4 ou 5 jours, à la température de 38°-39° ([2]). Le cobaye de 360^g supporte impunément, d'emblée, l'injection de 1^{cm^3} de la toxine mortelle au $1/2500^e$ de centimètre cube et neutralisée

---

([1]) L. Velluz, *C. R. Soc. Biol.*, 109, 1932, p. 178 et 269.

([2]) Ces faits montrent, d'une manière générale, que la dose minima neutralisante du corps cryptotoxique est, dans une certaine mesure, indépendante du nombre d'unités toxiques contenues dans la toxine. Elle est fonction à la fois de la nature de la toxine et de celle de l'agent cryptotoxique, mais elle l'est aussi du *degré de concentration de* ce dernier. Qu'il s'agisse de l'acide salicylique, de l'acide benzoïque ou de tout autre anticorps chimique à propriétés cryptotoxiques, la dose minima neutralisante n'est pas rigoureusement proportionnée à celle des unités toxiques contenues dans la toxine. En d'autres termes, si 10^{mg} sont nécessaires pour neutraliser 500 d. m. d'une toxine, 5^{mg} n'ont pas le même pouvoir neutralisant absolu vis-à-vis de 250 d. m. de celle-ci. En conséquence, ces expériences nécessitent l'emploi de solutions concentrées du corps cryptotoxique. Dans les recherches ci-dessus, nous avons utilisé une solution à 10 pour 100 d'acide α-oxynaphtoïque (à l'état de sel sodique). Cette solution cristallise à la température ordinaire, mais devient homogène à 30°-40°.

par l'α-oxynaphtoate de sodium. L'activité de ce corps à l'égard des toxines diphtériques les plus puissantes est donc très élevée.

Les injections de ces cryptotoxines diphtériques sous la peau du cobaye ne déterminent ni escarre locale, ni paralysies, ni troubles généraux. La moitié des cobayes inoculés a un amaigrissement, d'ailleurs léger et temporaire, à l'occasion des premières injections; certains autres augmentent de poids.

Si l'on renouvelle les injections de cryptotoxine diphtérique α-oxynaphtoïque, on confère aux animaux une immunité solide. Dix cobayes d'un poids compris entre 260^g et 430^g ont reçu tous les deux jours de la toxine diphtérique (mortelle à $1/700^e$ de centimètre cube), combinée à des proportions graduellement décroissantes d'acide α-oxynaphtoïque en solution sodique. Au total, on leur a injecté $5^{cm^3},5$ de toxine ainsi neutralisée. A ce moment, le sérum de l'un des cobayes titrait près de 1 U. A.

On a pu injecter ensuite à ces cobayes de la toxine pure ($0^{cm^3},25$, $0^{cm^3},5$, 1^{cm^3}) de même pouvoir toxique puis, en une fois, 4^{cm^3} d'une toxine diphtérique mortelle au $1/1600^e$ de centimètre cube. Après cette dernière injection, l'un d'eux étant sacrifié, son sérum renfermait par centimètre cube plus de 10 U. A. L'un des animaux a reçu, en une fois aussi, 5^{cm^3} de toxine mesurant, en valeur antigène, 20 unités (Lmn $= 1/2500^e$ de centimètre cube). Ces cobayes n'ont présenté aucun symptome anormal. Ils avaient donc acquis, après les injections de cryptotoxine diphtérique α-oxynaphtoïque, une immunité de plus en plus forte.

L'absence de toute réaction appréciable témoigne, en conséquence, comme l'ont montré les expériences faites avec les cryptotoxines tétaniques diverses ([1]), que l'immunité conférée par les agents cryptotoxiques est liée, non à une fraction de toxine qui n'aurait pas été neutralisée par l'anticorps chimique, mais au complexe cryptotoxique lui-même dans lequel l'élément toxique, non détruit, mais neutralisé dans son pouvoir nocif, conserve cependant sa capacité immunigène.

([1]) H. Vincent, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1307; 184, 1927, p. 921; *C. R. Soc. Biol.*, 95, 1926, p. 1525, etc.; H. Vincent et L. Velluz, *Sur les propriétés immunigènes de la cryptotoxine diiodosalicylique* (*Comptes rendus*, 193, 1931, p. 969).

ÉLECTRICITÉ. — *Effet de l'hystérésis dans le chauffage par champ magnétique oscillant.* Note (¹) de M. **André Blondel.**

On connaît la théorie du chauffage d'un cylindre métallique par un champ alternatif parallèle à son axe. On se propose d'examiner ici l'influence de l'hystérésis si le métal est magnétique. Pour plus de généralité, on suppose le corps chauffé formé d'un long tube cylindrique de rayons intérieur r_1 et extérieur r_2.

La bobine primaire, supposée aussi indéfinie suivant l'axe, a N spires par unité de longueur et est parcourue par un courant $i = \overline{I}\sqrt{i}\,e^{j\omega t}$, en appelant I l'intensité efficace. L'intensité du champ produit varie de même : $h = \overline{\mathcal{H}}\sqrt{i}\,e^{j\omega t}$, avec $\overline{\mathcal{H}} = 4\pi N\overline{I}$. On supprime $e^{j\omega t}$ facteur commun.

Toutes les variables sont représentées désormais par leurs vecteurs efficaces indiqués par un trait horizontal; ce sont des grandeurs complexes de la forme $a + jb$.

Soient μ la perméabilité, χ le facteur de réduction hystérétique, α l'angle hystérétique, β son complément $\beta = \pi/2 - \alpha$, ρ la résistivité; le facteur de propagation de l'onde est

$$\overline{n} = \sqrt{\frac{4\pi j\,\mu\chi\omega\, j^{-\frac{2}{\pi}\alpha}}{\rho}} = n\left(\cos\frac{\beta}{2} + j\sin\frac{\beta}{2}\right). \tag{1}$$

avec

$$n = \sqrt{\frac{4\pi\mu\chi\omega}{\rho}} = 2\pi\sqrt{\frac{2\mu\chi f}{\rho}}. \tag{1 bis}$$

Désignons par $F(\overline{n}r)$ les fonctions de Bessel de première espèce modifiées (²) et par $K(\overline{n}r)$ les fonctions de seconde espèce; par $\overline{A}$ et $\overline{B}$ deux constantes à déterminer. Le champ et la densité de courant à la distance r de l'axe peuvent être représentés par les expressions à deux termes :

$$\overline{\mathcal{H}} = \overline{A}F_0(\overline{n}r) + \overline{D}K_0(\overline{n}r), \tag{2}$$

$$\overline{\Delta} = \frac{1}{4\pi}\frac{\partial\overline{\mathcal{H}}}{\partial r} = \frac{\overline{n}}{4\pi}\left[\overline{A}F_1(\overline{n}r) - \overline{D}K_1(\overline{n}r)\right], \tag{3}$$

en désignant par les indices 0 et 1 respectivement les fonctions de l'ordre 0 et 1 respectivement.

(¹) Séance du 9 mai 1932.

(²) Suivant la notation de Nicolas, au lieu de $I(nr)$ qui risquerait d'être confondu avec un courant. On a

$$F_0(\overline{n}r) = J_0(j\overline{n}r), \qquad F_1(\overline{n}r) = -J_1(jnr), \qquad F'_0 = F_1, \qquad K'_0 = -K_1.$$

Les champs magnétiques $\mathcal{H}_1$ et $\mathcal{H}_2$ sur les deux surfaces satisfont aux conditions d'excitation par une bobine ayant N tours par unité de longueur,

(4) $$\overline{\mathcal{H}}_2 = \overline{A} F_0(\overline{n}r_2) + \overline{D} K_0(\overline{n}r_2) = 4\pi N\overline{I},$$

(5) $$\overline{\mathcal{H}}_1 = \overline{A} F_0(\overline{n}r_1) + \overline{D} K_0(\overline{n}r_1) = 4\pi(N\overline{I} + \overline{I}_2).$$

Par différence on peut obtenir I_2, quand $\overline{A}$ et $\overline{D}$ sont connus. Pour les déterminer, on utilisera (4) et une autre relation (6) entre le flux total Φ et la force électromotrice induite $\overline{\mathcal{E}}_2$ sur la surface $r = r_2$,

$$\overline{\mathcal{E}}_2 = \rho\overline{\Delta}_2 = -j\omega\overline{\Phi} = -j\omega\pi r_1^2\,\overline{\mathcal{H}}_1 - j\omega\int_{r_1}^{r_2} 2\pi r\overline{\mathcal{H}}\mu\chi(\cos\alpha - j\sin\omega),$$

ou, en développant et intégrant suivant les règles connues,

(6) $$\begin{aligned}\frac{\rho\overline{n}}{4\pi}&[\overline{A}F_1(\overline{n}r_2) - \overline{D}K_1(\overline{n}r_2)]\\ &= -j\omega\pi r_1^2[\overline{A}F_0(\overline{n}r_1) + \overline{D}K_0(\overline{n}r_1)]\\ &\quad - \frac{j\omega}{j\overline{n}}2\pi\mu\chi(\cos\alpha - j\sin\alpha)\{\overline{A}[r_2F_1(\overline{n}r_2) - r_1F_1(\overline{n}r_1)]\\ &\qquad - \overline{D}[r_2K_1(\overline{n}r_2) - r_1K_1(\overline{n}r_1)]\}.\end{aligned}$$

Si l'hystérésis est négligeable, les fonctions F et K sont fonctions seulement de $j^{1/2}nr$ et calculables par les tables existantes de *ber*, *bei*, *ker*, *kei*, etc. Quand il y a de l'hystérésis, le seul moyen est de remplacer les F et K par leurs valeurs asymptotiques (7) et (8).

Mais on peut se contenter d'une approximation en supposant que les courants induits, concentrés surtout près de la surface $r = r_2$, ont une somme $\overline{I}_2$ sensiblement égale à NI, et en annulant, par suite, le second membre de (5), qui devient (5 *bis*),

(5 *bis*) $$\overline{A}F_0(\overline{n}r_1) + \overline{D}K_0(\overline{n}r_1) = 0.$$

On remarquera, d'après (5 *bis*), que si $r_1 = 0$, on aura $\overline{D} = 0$.

D'ailleurs, le desideratum pour obtenir la meilleure utilisation du courant primaire $\overline{I}$, est que I_2 soit le plus grand possible.

$\overline{n}r$ est toujours assez grand pour justifier l'emploi des valeurs asymptotiques connues,

(7) $$F_0(\overline{n}r) = F_1(\overline{n}r) \simeq \frac{e^{\overline{n}r}}{\sqrt{2\pi\overline{n}r}},$$

(8) $$K_0(\overline{n}r) = K_1(\overline{n}r) \simeq \pi\frac{e^{-\overline{n}r}}{\sqrt{2\pi\overline{n}r}}.$$

En les substituant dans (4) et (5 *bis*) avec la condition $\bar{n}r_1 > 0$, on a

$$(9) \qquad \bar{A}e^{\bar{n}r_2} + \pi\bar{D}e^{-\bar{n}r_2} = 4\pi N\bar{I}\sqrt{2\pi\bar{n}r_2},$$

$$(10) \qquad \bar{A}e^{\bar{n}r_1} + \pi\bar{D}e^{-\bar{n}r_1} = 0.$$

D'où l'on tire

$$\bar{A} = \frac{2\pi N\bar{I}\sqrt{2\pi\bar{n}r_2}\,e^{\bar{n}r_1}}{\operatorname{sh}\bar{n}(r_2 - r_1)},$$

$$\bar{D} = -\frac{2\pi N\bar{I}\sqrt{2\pi\bar{n}r_2}\,e^{-\bar{n}r_1}}{\operatorname{sh}\bar{n}(r_2 - r_1)} = -\frac{1}{\pi}e^{2\bar{n}r_1}\bar{A}.$$

En reportant (7) et (8) dans (3) et (2), on a

$$\bar{\Delta} = \frac{\bar{n}}{2}N\bar{I}\sqrt{\frac{2\pi\bar{n}r_2}{2\pi\bar{n}r}}\,\frac{e^{-\bar{n}(r-r_1)} + e^{\bar{n}(r-r_1)}}{\operatorname{sh}\bar{n}(r_2 - r_1)} = \bar{n}N\bar{I}\sqrt{\frac{r_2}{r}}\,\frac{\operatorname{ch}\bar{n}(r - r_1)}{\operatorname{sh}\bar{n}(r_2 - r_3)},$$

$$\bar{\mathcal{H}} = 4\pi N\bar{I}\sqrt{\frac{r_2}{r}}\,\frac{\operatorname{sh}\bar{n}(r - r_1)}{\operatorname{sh}\bar{n}(r_2 - r_1)}.$$

On en déduit, par le vecteur de Poynting, la puissance complexe $P + jH$ absorbée par la surface $r = r_2$ (la puissance sortant par la surface $r = r_2$ étant considérée comme négligeable), en désignant par ε l'épaisseur $r_2 - r_1$

$$P + jH = 2\pi r_2\frac{\bar{\mathcal{H}}_2\,\rho\,\bar{\Delta}_2}{4\pi} = 2r_2\pi(N\bar{I})^2\bar{n}\frac{1}{\operatorname{th}\bar{n}\varepsilon}.$$

Remplaçant $\bar{n}$ par sa valeur (1) et $\operatorname{th}\bar{n}(r_2 - r_1)$ par son développement

$$\operatorname{th}\left[(\bar{n}\varepsilon)\left(\cos\frac{\beta}{2} + j\sin\frac{\beta}{2}\right)\right] = \frac{a + jb}{c},$$

en appelant a et b respectivement les parties réelle et imaginaire des numérateurs et c le dénominateur des deux fractions

$$\frac{a}{c} = \frac{\operatorname{sh}\left(2n\varepsilon\cos\frac{\beta}{2}\right)}{\operatorname{ch}\left(2n\varepsilon\cos\frac{\beta}{2}\right) + \cos\left(2n\varepsilon\sin\frac{\beta}{2}\right)},$$

$$\frac{b}{c} = \frac{\sin\left(2n\varepsilon\sin\frac{\beta}{2}\right)}{\operatorname{ch}\left(2n\varepsilon\cos\frac{\beta}{2}\right) + \cos\left(2n\varepsilon\sin\frac{\beta}{2}\right)}.$$

On en déduit

$$P+jH=2\pi r_2(NI)^2 n\frac{\cos\frac{\beta}{2}+j\sin\frac{\beta}{2}}{a+jb}\left[\operatorname{ch}\left(2n\varepsilon\cos\frac{\beta}{2}\right)+\cos\left(2n\varepsilon\sin\frac{\beta}{2}\right)\right]$$

$$=2\pi r_2(NI)^2 n\frac{a\cos\frac{\beta}{2}+b\sin\frac{\beta}{2}+j\left(a\sin\frac{\beta}{2}-b\cos\frac{\beta}{2}\right)}{a^2+b^2}$$

$$\times\left[\operatorname{ch}\left(2n\varepsilon\cos\frac{\beta}{2}\right)+\cos\left(2n\varepsilon\sin\frac{\beta}{2}\right)\right].$$

Le terme réel exprime la puissance, le terme imaginaire l'hormanance. Cette formule est un peu compliquée mais permet les calculs numériques.

Quand il n'y a pas d'hystérésis, on a

$$\frac{\beta}{2}=\frac{\pi}{4};\qquad \cos\frac{\beta}{2}=\sin\frac{\beta}{2}=\frac{1}{\sqrt{2}}.$$

Pour les métaux magnétiques, on peut simplifier le calcul en supposant le courant assez concentré vers la surface extérieure pour qu'on puisse négliger l'onde réfléchie par la surface intérieure, et faire $r_1=0$ et $\overline{D}=0$. D'où simplement

$$\overline{\mathcal{H}}=\overline{\mathcal{H}}_2\frac{F_0(\overline{n}r)}{F_0(\overline{n}r_2)}\approx 4\pi NI\sqrt{\frac{r_2}{r}}e^{\overline{n}(r-r_2)},$$

$$\Delta=\frac{\overline{n}}{4\pi}AF_2(nr)=\overline{n}NI\frac{F_1(nr)}{F_0(nr_2)}=\overline{n}NI\sqrt{\frac{r_2}{r}}e^{\overline{n}(r-r_2)},$$

et sur la surface r_2

$$P+jH=2\pi r_2\frac{\mathcal{H}_2\rho\,\Delta_2}{4\pi}=(NI)^2\,2\pi r_2 n\left(\cos\frac{\beta}{2}+j\sin\frac{\beta}{2}\right).$$

Quand l'hystérésis est nulle, $\beta/2=\pi/4$, $\sin\beta/2=\cos\beta/2=1/\sqrt{2}$. On retombe sur des expressions connues.

Les équations qui précèdent montrent que, si le corps chauffé est un métal magnétique, la puissance peut se trouver notablement modifiée à la fois par le facteur de réduction χ qui figure dans n, et par la modification de l'angle β. Un angle hystérésique $\alpha=40°$ a pour effet de remplacer $\beta/2=\pi/4=45°$ par $\beta/2=25°$.

Il en résulte, en général, une augmentation de la puissance réelle consommée. Ce qui précède suffit à montrer l'intérêt de l'angle hystérésique, introduit en électricité par Steinmetz.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Le Rat, animal réactif des typhus endémiques bénins. Longue conservation de leurs virus chez le Rat.* Note de MM. **Charles Nicolle**, **J. Laigret**, **Marcandier** et **R. Pirot**.

Les travaux de l'Institut Pasteur de Tunis avaient montré que le rat peut contracter expérimentalement le typhus de l'Ancien Monde sous forme d'infection inapparente.

Des observations et des recherches d'ordre étiologique plus récentes ont fait soupçonner, puis prouvé qu'on pouvait rencontrer, chez le rat, dans certaines conditions naturelles, les virus des typhus bénins. L'étude expérimentale de ces virus a suivi.

Il nous a paru intéressant de poursuivre systématiquement cette étude dans tous ses détails en y employant les trois virus typhiques que nous possédons : un virus africain, entretenu sur cobayes depuis huit ans; un virus isolé du rat à Mexico par Mooser; un autre virus murin en provenance des vaisseaux de guerre de Toulon.

Maladie expérimentale du rat blanc. — *Virus africain.* — Confirmation des données établies. L'infection est inapparente; elle reste telle après 13 passages par rats.

Virus mexicain (14 rats, inoculés dans les mêmes conditions par voie péritonéale avec le cerveau de cobayes infectés). — Infection constante et presque constamment fébrile. La fièvre est souvent suivie d'hypothermie mortelle. Chez les mâles, fréquence d'une fausse paraplégie due à la gène causée par la tuméfaction des bourses. L'incubation a été 2 fois de 2 à 4 jours, 12 fois de 4 à 11. La fièvre a eu 9 fois une durée de 1 à 3 jours, 5 fois de 4 à 11 jours. La température normale des rats, bien nourris et protégés du froid, étant de 37° à 37°,5, huit de nos rats infectés ont dépassé 39° (max. 40°), cinq ont oscillé entre 38° et 39°, trois sont morts dans l'hypothermie, sans avoir présenté de fièvre. La mortalité a été élevée dans cette série (8 morts); elle a baissé quand nous avons inoculé des doses plus faibles de virus.

Virus de Toulon (même nombre de rats suivis). — Constatations analogues. Incubation 2 à 4 jours 5 fois, 5 à 7 jours 9 fois. Durée de la fièvre 1 à 3 jours 8 fois, 5 à 10 jours 6 fois. La fièvre a dépassé 39° chez 10 rats (max. 40°,4), elle a oscillé entre 38° et 39° chez les autres. Il y a eu 6 morts; même baisse de la mortalité par emploi de doses faibles.

Rechutes fébriles dans le typhus bénin expérimental du rat. — Nous avons observé trois fois des rechutes fébriles.

1. *Virus mexicain.* — Incubation 5 jours; 1re fièvre 4 jours (plus de 39°); intervalle 3 jours; 2e fièvre 4 jours (entre 38° et 39°).

2. *Virus mexicain.* — Incubation 6 jours; 1re fièvre 2 jours (plus de 39°); intervalle 7 jours; 2e fièvre 6 jours (max. 40°; mort au 6e jour avec 39°).

3. *Virus de Toulon.* — Incubation 2 jours; 1re fièvre 10 jours (max. 38°,6); intervalle 3 jours; 2e fièvre 2 jours (max. 38°,4).

Renforcement du pouvoir pathogène des virus bénins par passages par rats. — Ce renforcement est très net. Il a été mis à profit par nous pour sauver le virus mexicain qui ne donnait plus que des infections inapparentes sur cobayes et sur singes. Il a permis de constater l'infection inapparente d'animaux qui semblaient réfractaires au typhus. Il a rendu un virus mexicain actif pour le cobaye.

Longue conservation des virus bénins chez le rat. — La facilité avec laquelle l'infection naturelle du rat a été constatée dans les enquêtes de Mexico par Mooser, de Toulon par Marcandier et Pirot, d'Athènes et du Pirée par J. Lépine, de Paris par E. Brumpt, nous a frappés. Nous avons pensé qu'elle ne pouvait s'expliquer que par une longue persistance des virus du typhus bénin chez le rat. Il en est bien ainsi.

Virus mexicain. — La virulence du cerveau du rat blanc infecté a été constatée aux 10e, 20e (2 fois) et 30e jours de la chute de la température. Ces jours correspondent aux 19e, 30e, 36e et 37e jours de l'inoculation. Chez le cobaye, nous avons constaté de même la conservation du virus dans le cerveau les 10e et 20e jours de l'apyrexie, 29e et 37e jours de l'inoculation.

Virus de Toulon. — La virulence du cerveau du rat infecté a été constatée les 10e, 20e, 25e et 30e jours après la chute de la température, correspondant aux 20e, 30e, 32e et 33e jours de l'inoculation. Chez le cobaye, nous avons constaté la conservation du virus dans le cerveau les 10e et 20e jours de l'apyrexie, 32e et 41e jours de l'inoculation.

Virus africain. — L'absence de fièvre chez les rats, infectés de ce virus, empêche toute recherche. Chez le cobaye la virulence du cerveau cesse peu de jours après la baisse de la température (expériences négatives les 5e et 10e jours).

Résumé et conclusions. — 1. Le rat n'est pas seulement le réservoir des virus des typhus bénins (Mexique, Toulon); il en est en outre l'animal réactif. Sa sensibilité, qui se traduit par une fièvre, souvent suivie d'une hypothermie mortelle, sépare ces virus de celui de l'Ancien Monde qui, même après 13 passages, ne donne au rat qu'une infection inapparente.

2. L'emploi du rat s'impose donc pour le renforcement de ces virus et pour le dépistage des infections inapparentes qu'ils déterminent chez les animaux peu sensibles.

3. Les rats, infectés par les virus des typhus bénins, présentent parfois des rechutes fébriles. Ce fait est à rapprocher de l'opinion de certains médecins mexicains qui prétendent que le typhus de leur pays rechute et récidive parfois.

4. La longue conservation des virus des typhus bénins chez le rat explique le caractère endémique de la maladie dans cette espèce. L'opinion, exprimée par Brumpt, d'une courte immunité suivie de réinfections successives, est contredite par les faits.

5. Le comportement si différent du rat vis-à-vis du typhus de l'Ancien Monde et des typhus bénins est, sans doute, le meilleur caractère qui sépare ces deux groupes de fièvres exanthématiques. Il doit être utilisé pour leur diagnostic en pratique.

6. La terminologie employée pour désigner les divers typhus, est infiniment trop riche; elle trouble le lecteur non averti. Il y aurait intérêt à la réduire à deux termes : *Typhus historique* (Ancien Monde), *Typhus murin* (Typhus du Nouveau Monde, Typhus de Toulon, Athènes, Paris et des autres points du globe où de telles infections, communes à l'homme et au rat, seront découvertes par la suite).

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Essai de restauration du virus rabique fixe par passages intra-cérébraux sur le Chien*. Note de MM. **Charles Nicolle** et **L. Balozet**.

Le virus rabique fixe de Pasteur, employé dans la plupart des Instituts pour le traitement préventif de la rage, a subi actuellement environ deux mille passages par le cerveau du lapin. De ce fait, il a acquis un certain nombre de propriétés nouvelles, notamment une moindre virulence pour l'homme. Cette diminution d'activité s'accentue d'années en années. Certains spécialistes de la rage, craignant que le virus fixe de Pasteur ne perde un jour, de ce fait, les propriétés vaccinales qu'il possède encore aujourd'hui, ont préconisé l'emploi, pour le traitement, de souches de virus fixe nouvelles, plus rapprochées, par cela même, de celles de Pasteur à son origine.

Au lieu de recourir à des souches inconnues, l'idée vint à l'un de nous et

à Et. Burnet de tenter de restituer sa virulence primitive au virus fixe de Pasteur par passages successifs sur le chien, en employant la voie cérébrale. Lorsque les premiers résultats furent publiés, au onzième passage, le virus n'avait manifesté aucun changement dans ses propriétés pathogènes [1].

Au total, depuis l'origine, 106 passages ont été actuellement effectués. L'évolution de la maladie expérimentale du chien reste identique à ce qu'elle était à l'origine des passages, et si l'on s'en tenait à ce caractère, on pourrait croire que le virus n'a pas subi de modifications : la période d'incubation varie de 4 à 7 jours et la mort survient toujours du 7e au 9e jour après l'inoculation ; il ne se manifeste donc pas de tendance à la diminution de la durée de la maladie et de son incubation. Les signes d'excitation sont exceptionnels ; ils n'ont pas été plus fréquemment observés que sur les chiens, inoculés avec le virus fixe habituel. Le virus « restauré » ne donne pas lieu, plus que ce dernier, à la formation de corps de Negri dans le cerveau du chien.

La comparaison de l'action des deux virus sur divers animaux d'expériences révèle, au contraire, des différences intéressantes.

1° *Lapin.* — Le virus fixe classique de l'Institut Pasteur de Tunis, inoculé dans le cerveau des lapins, les tue assez régulièrement en 5 jours et quart ou 5 jours et demi. Il se montre dépourvu de virulence quand il est inoculé dans les muscles et sous la peau ; mais il conserve, en partie, son activité quand il est inoculé dans la chambre antérieure de l'œil (2 morts sur 3 inoculés).

Le virus « restauré », inoculé dans le cerveau du lapin, provoque un début de paralysie le 5e jour après l'inoculation, à peu près dans le même temps que le virus normal ; mais la maladie est plus longue et la mort ne survient que le 9e jour. Par voie musculaire, le virus « restauré » tue le lapin en 10 jours, par voie oculaire en 30 jours.

En résumé, les deux virus ne diffèrent, dans leur action pathogène sur le lapin, que par les résultats de l'inoculation intra-musculaire.

2° *Cobaye.* — Les deux virus se montrent identiques dans leur action. Ils tuent les cobayes, inoculés dans le cerveau et dans les muscles ; ils sont inoffensifs par voie sous-cutanée.

3° *Chien.* — Le virus normal et le virus « restauré » tuent, tous deux, les chiens en 8 jours par inoculation cérébrale. Ils se comportent de façon identique, dans ce cas, au point de vue de l'incubation et des symptômes. Mais, alors que le virus fixe normal se montre pathogène par la voie musculaire (mort en 14 jours, dans deux expériences), par voie oculaire (mort en 9 et 12 jours) et sous-cutanée (mort en 14

---

(1) Ch. Nicolle et Et. Burnet, *Sur la restauration du virus fixe* (*C. R. Soc. Biol.*, **91**, 1924, p. 366).

et 44 jours), le virus « restauré » se montre complètement inactif dans les mêmes conditions.

4° *Singes.* — Deux singes, inoculés sous la peau avec le virus fixe habituel (un *cynomolgus* et un callitriche), ainsi que deux autres singes, inoculés par la même voie avec le virus « restauré » (un *cynomolgus* et un *patas*), sont restés bien portants.

Les inoculations successives dans le cerveau du chien ont donc eu un résultat contraire à celui qu'on pouvait espérer. Loin d'accroître le pouvoir pathogène, ces inoculations ont eu pour effet de spécialiser en quelque sorte la virulence pour le cerveau du chien et de faire perdre au virus toute aptitude à donner la rage quand il n'est pas déposé dans cet organe.

Le virus fixe de Pasteur nous paraît relever d'une mutation expérimentale. Les caractères qu'il a acquis sont héréditaires et irréversibles. Le retour, par voie cérébrale, pendant plus de 100 passages (huit années), à l'espèce d'où le virus tire son origine, ne lui a restitué aucune des propriétés perdues; elle lui en a fait, au contraire, perdre d'autres.

THERMODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Le diamètre rectiligne de l'oxyde de carbone.* Note [1] de MM. **E. Mathias**, **W. J. Bijleveld** et **Ph. P. Grigg**.

1. L'étude de la courbe des densités et du diamètre rectiligne de l'oxyde de carbone est intéressante parce que cette substance a une température critique basse ($t_c = -140°,21$ C.) voisine de celle de l'azote, dont la rapproche également l'identité du poids moléculaire ($M = 28$); enfin les déterminations effectuées jusqu'ici ne pouvaient pas être considérées comme définitives pour diverses raisons [2].

Cette étude fait suite aux travaux sur les diamètres rectilignes de l'oxygène, de l'argon, de l'azote, de l'hydrogène, du néon, de l'hélium et de l'éthylène, dont nous avons successivement entretenu l'Académie, et qui ont été exécutés au Laboratoire cryogène de Leyde, comme les recherches actuelles.

2. Les appareils dont nous nous sommes servis étaient à peu près les mêmes que dans nos recherches antérieures, auxquelles nous renvoyons pour les questions de détail.

---

(1) Séance du 9 mai 1932.

(2) E. C. G. Baly et F. G. Donnan, *Journ. Chem. Soc.*, 81, 1902, p. 902; E. Cardoso, *Journ. de Chim. Phys.*, 13, 1915, p. 312.

Comme liquide dans le cryostat, nous avons employé : 1° l'éthylène, pour les températures comprises entre le point critique et —160°C.; 2° le méthane, pour les températures comprises entre —160°C. et —183°C.; 3° l'oxygène, pour les températures inférieures à —183°C.

Les températures ont été mesurées à l'aide de deux thermomètres à résistance de platine, comparés directement au thermomètre à hélium.

L'oxyde de carbone avec lequel nous avons expérimenté a été préparé par l'action de l'acide sulfurique dilué sur le formiate de sodium, dans un appareil entièrement en verre. Les traces d'impuretés que le gaz ainsi préparé contenait encore (vapeurs d'eau et d'acide sulfurique) furent éliminées en refroidissant le gaz à 183° C. (alcool refroidi par l'air liquide). Nous avons admis pour le poids du litre d'oxyde de carbone dans les conditions normales le nombre de Rayleigh = $1^g,2504$.

3. Dans le tableau suivant, nous avons réuni les nombres trouvés pour les densités δ et δ' du liquide et de la vapeur saturée à la même température, les températures absolues T en degrés Kelvin ($T = 273,09 + \theta$, θ = température centigrade) et pour l'ordonnée y du diamètre observée et calculée.

T.	θ.	δ.	δ'.	y (obs.).	y (calc.)	Obs. — calc.
131°,36	—141°,63	0,42200	0,19392	0,30796	0,30370	+0,00426
130,83	—142,26	0,43365	0,18462	0,30913	0,30490	+0,00423
130,53	—142,56	0,44026	0,17767	0,30896	0,30547	+0,00349
129,78	—143,31	0,45640	0,16357	0,30998	0,30690	+0,00308
127,79	—145,30	0,49190	0,13601	0,31395	0,31071	+0,00324
125,58	—147,51	0,52083	0,11607	0,31845	0,31494	+0,00351 (¹)
120,88	—152,21	0,56582	0,08202	0,32392	0,32392	0,00000
109,03	—164,06	0,65262	0,04014	0,34638	0,34658	—0,00020
107,59	—165,50	0,66168	0,03681	0,34924	0,34934	—0,00010
103,48	—169,61	0,68560	0,02824	0,35692	0,35719	—0,00027
100,91	—172,18	0,69953	0,02389	0,36171	0,36211	—0,00040
94,14	—178,95	0,73408	0,01422 (²)	0,37415	0,37505	—0,00090
90,26	—182,83	0,75446	0,01019	0,38232	0,38247	—0,00015
87,13	—185,96	0,76904	0,00774	0,38839	0,38845	—0,00006
82,23	—190,86	0,79086	0,00477	0,39782	0,39782	0,00000
78,01	—195,08	0,80640	0,00296	0,40468	0,40589	—0,00121 (¹)
73,55	—199,54	0,82554	0,00171	0,41362	0,41442	—0,00080
68,12	—204,97	0,84714	0,00080	0,42397	0,42480	—0,00083

(¹) Ces deux points sont d'une précision inférieure à tout le reste.

(²) Les valeurs de la densité de la vapeur saturée, au-dessous de —172°,18 C., ont été calculées à l'aide de l'équation d'état.

Les valeurs calculées de l'ordonnée du diamètre sont données par la formule

$$y = 0{,}03290 - 0{,}0019120\theta.$$

Le coefficient angulaire du diamètre rectiligne est donc

$$\alpha = -0{,}001912.$$

A la température critique $-140°{,}21$ C. (1), le diamètre rectiligne donne pour la densité critique

$$\Delta = 0{,}3010.$$

Le coefficient critique est

$$R\frac{\Theta\Delta}{\pi} = 3{,}395,$$

où Θ est la température critique absolue, π la pression critique en atmosphères internationales $= 34^{\mathrm{atm}}{,}529$ (1), R la constante des gaz.

4. Les déviations du diamètre ne sont pas aussi petites que celles de l'hydrogène et du néon; elles atteignent quelquefois 1 pour 100 comme pour l'azote et l'éthylène. Elles ont le caractère systématique, le diamètre étant légèrement concave vers l'axe des températures au voisinage de la température critique et légèrement convexe aux températures les plus basses.

Ces expériences ont été faites à l'aide de la subvention accordée par la Caisse des recherches scientifiques, au Conseil de laquelle nous exprimons notre vive gratitude.

PARASITOLOGIE. — Eimeria pigra *n. sp. nouvelle Coccidie juxta-épithéliale, parasite du Gardon rouge.* Note (2) de MM. **L. Léger** et **T. Bory.**

Parmi les nombreux poissons adressés au Laboratoire de Pisciculture de Grenoble aux fins d'examen sanitaire, nous avons eu l'occasion de rencontrer, en mars dernier, un lot de Gardons rouges (*Scardinius erythrophtalmus* L. abondamment infestés par une Coccidie intestinale, du type *Eimeria* dont les ookystes se rencontraient nombreux dans les excréments. Cette

(1) C. A. Crommelin, W. J. Bijleveld et E. G. Brown, *Proc. Ac. Sc. Amsterdam*, 34, 1931, p. 1314; *Leiden Comm.*, n° 217 *b*.

(2) Séance du 9 mai 1932.

particularité attira notre attention, car on sait que, en règle générale, les Coccidies des poissons mûrissent leur ookystes dans la profondeur des tissus. De plus, l'étude de coupes de l'intestin du poisson nous montra que cette Coccidie évoluait entièrement à la surface des cellules épithéliales, particularité que l'on ne connaît encore que chez de rares espèces, notamment *Eimeria mitraria* (Laveran et Mesnil), *Cryptosporidium muris* et *Cr. parvum* (Tyzzer) et *Eimeria anguillæ* (Léger et Hollande).

Pour ces raisons, jointes à la forme particulièrement allongée des spores et des ookystes, notre Coccidie constitue une espèce nouvelle du genre *Eimeria*, que nous appellerons *Eimeria pigra*, n. sp.

Croissance, schizogonie et gamogonie d'*Eimeria pigra* n'offrent pas, normalement, de stades intracellulaires.

Le sporozoïte, d'abord fixé verticalement sur le plateau céllulaire, se couche ensuite en se creusant un berceau dans les bâtonnets de la bordure en brosse. Puis le parasite grossit, devient hémisphérique et bientôt globuleux, en restant étroitement appliqué sur la surface de la cellule.

Les Schizontes ovoïdes, mesurant 11 à 12 μ de long, effectuent leur schizogonie sans quitter la surface cellulaire. Il en est de même des microgamétocytes qui se distinguent de bonne heure par leur aspect clair et, atteignant jusqu'à 25 μ, donnent naissance à de longs microgamètes arqués filiformes de 10 μ, avec un flagelle caudal.

Les macrogamètes, largement ovoïdes, restent également fixés à la surface de l'épithélium jusqu'à leur maturité sexuelle. C'est à ce moment qu'ils se détachent et qu'a lieu la fécondation. Le macrogamète fécondé prend alors une forme régulièrement ovoïde, devient fortement colorable mais conserve toujours une paroi relativement mince. Il est alors entraîné dans le tube digestif. C'est ainsi que l'on trouve parfois les ookystes en quantité innombrable accumulés dans la région rectale du poisson. Mais ce n'est qu'une fois arrivé dans l'eau que l'ookyste peut achever sa maturité qui demande en moyenne 4 à 5 jours à la température de 18°.

L'ookyste mûr est ovoïde, à paroi mince, transparente et mesure 17 à 20 μ sur 14 μ. Il renferme alors quatre spores longuement ovoïdes, presque fusiformes, à paroi extrêmement frêle et transparente, à peine visible, et mesurant environ 15 μ sur 4,5 à 5 μ. Chaque spore montre deux longs sporozoïtes sans reliquat sporal.

Notons, en terminant, que nons avons observé, mais très rarement, divers stades évolutifs de l'*Eimeria pigra* égarés en plein cytoplasme des cellules épithéliales entre le noyau et le plateau, ce qui semble indiquer, de

la part de cette Coccidie, une tendance à l'adaptation intracellulaire qui caractérise la grande majorité des Coccidies intestinales. Mais nous n'avons jamais vu d'ookystes mûrs ou en maturation dans la profondeur de l'épithélium comme c'est la règle chez les autres Coccidies des poissons.

Diagnose : Eimeria pigra, n. sp., Coccidie à sexualité eimerienne, effectuant toute son évolution fixée à la surface des cellules épithéliales de son hôte et dont les ookystes mûrissent seulement dans le milieu extérieur.

Ookystes ovoïdes à paroi mince, incolore, de 17 à 19 μ sur 14 μ. 4 spores ovoïdes allongées, de 15 μ sur 4,5 à 5 μ, à paroi extrêmement frêle transparente, disposées parallèlement et renfermant chacune deux longs sporozoïtes sans reliquat.

M. J. **Costantin** fait hommage à l'Académie du Mémoire qu'il vient de publier intitulé : *Technique de la lutte contre les maladies de dégénérescence* (*Perfectionnements*, *Importance pour l'agronomie coloniale*) dans la *Revue de l'Agriculture pratique des pays chauds* (1932, avril et mai).

Dans ce travail de synthèse, on trouvera l'enchaînement des idées qui m'ont conduit, par une induction biologique, du séreh et de la mosaïque de la Canne à sucre aux maladies de la dégénérescence de la Pomme de terre. J'ai pu entrevoir que les résultats solidement établis pour la première plante doivent s'appliquer à la seconde . dans les deux cas, les techniques identiques des cultures montagnardes, dont certains points ont été précisés, conduisent au succès. Les faits vérifiés dans les essais expérimentaux organisés par moi, MM. Lebard et Magrou, et aussi par M. Lebard, ont eu une netteté inattendue.

Certains résultats avaient déjà été entrevus, mais pas tous. Notamment, à une date récente (1930), en étudiant, en milieu artificiel, l'effet sur la Pomme de terre des facteurs climatériques, isolés un à un, MM. Arthur, Guthrie et Newell ont montré que le froid et une intensité lumineuse très forte accélèrent la tubérisation ; on reconnaît là les caractéristiques du climat alpin. D'ailleurs, dès 1902, Vöchting avait signalé le froid comme l'agent prépondérant de ce dernier phénomène. Les trois auteurs américains disent nettement que les hautes altitudes (comme les hautes latitudes) produisent des poids de tubercules supérieurs à ceux récoltés en basses altitudes. L'Équateur est un cas extrême de productivité nulle ou faible.

Il est capital d'opérer comme nous dans des conditions naturelles, ce que

n'ont pas fait les savants précédents. La question de la dégénérescence n'est d'ailleurs pas envisagée dans leurs recherches ; ils ne pouvaient prévoir le résultat le plus curieux observé au cours de nos expériences : la persistance de la haute productivité montagnarde quand on transporte en plaine. On est tenté de qualifier ce phénomène d'hérédité ébauchée par ce qu'on sait sur la Canne à sucre.

M. **G. A. Boulenger** fait hommage à l'Académie de l'Ouvrage qu'il vient de publier : *Roses d'Europe*. Volume II.

NOMINATIONS.

M. le **Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, la Section de Chimie, la Section de Minéralogie** sont désignés pour représenter l'Académie au centième anniversaire de la naissance de *Ch. Friedel*, qui sera célébré, le 9 juin 1932, par la *Société Chimique de France*.

M. **Rodolphe Lemieux**, associé étranger de l'Académie des sciences morales et politiques, est chargé de représenter l'Académie aux cérémonies qui auront lieu, à Ottawa, les 26, 27 et 28 mai 1932, à l'occasion du cinquantième anniversaire de la fondation de la *Société royale du Canada*.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **É. Picard, P. Painlevé, H. Le Chatelier, L. Lecornu, Ed. Branly, P. Viala, P. Janet, L. Joubin, J. Perrin, Ch. Fabry, Ch. Maurain, L. Lapicque** sont réélus membres du Conseil national de l'*Office national des Recherches scientifiques et des Inventions;* MM. **A. d'Arsonval, L. Lumière** sont élus en remplacement de MM. *G. Bigourdan* et *G. Ferrié*, décédés.

M. **Henry Perrier de la Bathie** est élu Correspondant pour la Section de Botanique par 31 suffrages contre 5 à M. *Henri Devaux*.

CORRESPONDANCE.

Mme **Paul Doumer** fait adresser aux Secrétaires perpétuels des remercîments pour le télégramme de respectueuse sympathie qui lui a été adressé au nom de l'Académie.

M. **Henri Buisson**, élu Correspondant pour la Section de Physique générale, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Recteur de l'Université de Poitiers** fait savoir à l'Académie que, étant donné le deuil qui vient de frapper la France, la commémoration du *Cinquième Centenaire de l'Université* est reportée à une date indéterminée.

M. **Jean Tilho** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section de Géographie et Navigation par le décès de M. *G. Ferrié*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° A. Boutaric. *La troisième République de* 1870 *à nos jours. Les grandes inventions françaises*.

2° Office central de Faunistique. *Faune de France*. 23. *Diptères Chironomidæ*, IV (*Orthocladiinae*, *Corynoneurinae*, *Clunioninae*, *Diamesinae*), par M. Goetghebuer. (Présenté par M. L. Bouvier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la répartition des points où une fonction presque périodique prend une valeur donnée*. Note de M. **J. Favard**, présentée par M. Hadamard.

Soient $f(s)$ une fonction presque périodique de la variable complexe $s = \sigma + it$, dans une bande $\alpha < \sigma < \beta$; $\sigma = \sigma_0$ une droite intérieure à cette bande; $E(\sigma_0)$ l'ensemble des valeurs $f(\sigma_0 + it)(-\infty < t < +\infty)$ et $\overline{E}(\sigma_0)$ l'ensemble fermé comprenant le précédent et son dérivé.

On sait que, dans toute bande contenant la droite $\sigma = \sigma_0$, et intérieure à (α, β), la fonction $f(s)$ prend une infinité de fois toute valeur choisie de l'ensemble $\overline{E}(\sigma_0)$, valeur que nous désignerons par a [1].

Soit alors $\alpha_1 < \sigma < \beta_1$ une bande telle que $\alpha < \alpha_1 < \sigma_0 < \beta_1 < \beta$; t_0 et u désignant deux nombres réels, le deuxième positif, nous appellerons $R_{t_0}^{t_0+u}$ le rectangle

$$R_{t_0}^{t_0+u} \qquad (\alpha_1 < \sigma < \beta_1, \quad t_0 < t < t_0 + u).$$

Cela posé, on a les résultats suivants :

1° Il existe une longueur $l(f, a, \alpha_1, \beta_1)$ telle que tout rectangle $R_{t_0}^{t_0+l}$ contienne au moins une racine de l'équation $f(s) = a$, quel que soit le nombre t_0.

2° Il existe une constante $k(f, a, \alpha_1, \beta_1)$ telle que tout rectangle $R_{t_0}^{t_0+1}$ contienne au plus k racines de l'équation précédente.

Désignant par $N_a\binom{T}{0}$ le nombre des racines de $f(s) = a$ dans le rectangle R_0^T, il résulte immédiatement des résultats précédents que :

$$(1) \qquad 0 < \underline{\lim}_{T \to \infty} \frac{N_a\binom{T}{0}}{T}, \qquad \overline{\lim}_{T \to \infty} \frac{N_a\binom{T}{0}}{T} < \infty.$$

Si l'on peut montrer que la fonction $\overline{\lim}_{T \to \infty} N_a\binom{T}{0}/T$, qui dépend de α_1 et de β_1, est une fonction continue de ces deux quantités, alors l'expression $N_a\binom{T}{0}/T$ a une limite lorsque T augmente indéfiniment :

$$(2) \qquad N_{\alpha_1}^{\beta_1}\{f(s) - a\} = \lim_{T \to \infty} \frac{N_a\binom{T}{0}}{T},$$

et cette limite est une fonction continue de α_1 et de β_1.

Dans ces conditions en désignant par $N_a\binom{c+T}{c}$ le nombre des zéros de $f(s) - a = 0$ dans le rectangle R_c^{c+T}, la limite de $N_a\binom{c+T}{c}/T$ existe lorsque T augmente indéfiniment et est indépendante de c, la convergence de cette expression vers sa limite est uniforme en c; ainsi, on a, par exemple,

$$N_{\alpha_1}^{\beta_1}\{f(s) - a\} = \lim_{T \to \infty} \frac{N_a\binom{+T}{-T}}{2T}.$$

Lorsque la fonction $\overline{\lim}_{T \to \infty} N_a\binom{T}{0}/T$ n'est pas continue en α_1 et β_1, ε désignant

---

(1) H. Bohr, *Zur Theorie der fast-periodischen Funktionen III* (*Acta math.*, 47, 1925, p. 256).

un nombre positif aussi petit que l'on veut, on peut trouver une bande (α'_1, β'_1) telle que

$$|\alpha_1 - \alpha'_1| < \varepsilon, \qquad |\beta_1 - \beta'_1| < \varepsilon$$

et où existe $N_{\alpha'_1}^{\beta'_1}\{f(s) - a\}$.

Tous ces résultats s'obtiennent facilement par la considération des familles normales.

M. H. Bohr, en collaboration avec M. Courant, Landau [1] et B. Jessen [2], a étudié dans divers travaux la répartition des points où la fonction $f(s) = \log\zeta(s)$ prend une valeur donnée [$\zeta(s)$ désignant la fonction de Riemann).

Dans une bande (α_1, β_1) du demi-plan $\sigma > 1$, notre méthode nous permet d'obtenir les inégalités (1) sans le secours de la théorie des approximations diophantiques. Il est aussi possible de simplifier la démonstration du fait que la fonction $\zeta(s)$ prend toute valeur, sauf peut-être la valeur zéro, dans toute bande intérieure à $1/2 < \sigma < 1$, car, quoique la fonction $\zeta(s)$ ne soit pas presque périodique dans cette bande, elle y possède cependant des propriétés qui la rapprochent des fonctions presque périodiques. Le résultat exprimé par l'égalité (2) est valable pour la fonction $\log\zeta(s)$ dans toute bande du demi-plan $\sigma > 1$ et dans toute bande intérieure à $1/2 < \sigma < 1$, mais, pour l'obtenir, il est sans doute nécessaire d'utiliser les méthodes de MM. H. Bohr et B. Jessen [2].

THÉORIE DES GROUPES. — *Normalisants des substitutions d'ordre 2 des groupes linéaire, quadratique, hermitien et gauche dans un champ de Galois d'ordre impair.* Note [3] de M. **de Séguier**.

1. Les notations utilisées sont celles de notre Note du 25 avril dernier. En particulier, si S est un système de substitutions, (S) désignera le système déduit de S en y regardant les variables comme homogènes. De plus, M et M^0 désigneront respectivement les normalisants d'une substi-

---

(1) Les indications bibliographiques se trouvent dans la Note de M. H. Bohr, *Sur la fonction $\zeta(s)$ de Riemann* (*Comptes rendus*, 158, 1914, p. 1986), ou dans son Mémoire : *Zur theorie der Riemannschen Zetafunktion im kritischen Steifen* (*Acta math.*, 40, 1915, p. 67-100).

(2) H. Bohr et B. Jessen, *Ueber die Werteverteilung der Riemannschen Zetafunktion* (*Acta math.*, I, 54, 1930, p. 1-35; II, 58, 1932, p. 1-55).

(3) Séance du 2 mai 1932.

tution s de L dans L et dans U; $\mathfrak{M}$ et $\mathfrak{M}^0$ ceux de (s) dans $\mathfrak{L}$ et $\mathfrak{U}$. N désignera le normalisant d'une substitution s de A' dans A; $\mathfrak{N}$ celui de (s) dans $\mathfrak{A}$.

2. *Groupe linéaire.* — Nous désignerons par $L_{z_1 \ldots z_q}(\pi)$ le groupe linéaire de variables $z_1, \ldots, z_q$ dans $\mathcal{C}$. Les indices seront supprimés quand les variables sont $x_1, \ldots, x_n$. Il en sera de même pour U. Si x'_i et $y'_i = \bar{x}'_i$ $(i = 1, \ldots, \nu)$ sont des variables parcourant $\mathcal{C}'$, A et B seront les groupes obtenus en multipliant respectivement chaque substitution de $L_{x'_1 \ldots x'_\nu}(\pi^2)$ ou $U_{x'_1 \ldots x'_\nu}(\pi^2)$ par la substitution conjuguée de $L_{y'_1 \ldots y'_\nu}(\pi^2)$ ou $U_{y'_1 \ldots y'_\nu}(\pi^2)$. Nous considérerons les substitutions $\gamma' = | \iota' x'_1, \iota'^{\pi} y'_1 |$ et $t'_i = t_i \varphi_i t_i$. Les normalisants des s_2 sont alors les suivants :

Groupe L : Si $s = \mu_r$, on a $M = L_{x_1 \ldots x_r}(\pi) L_{x_{r+1} \ldots x_n}(\pi)$, $M^0 = \{ U_{x_1 \ldots x_r}(\pi) U_{x_{r+1} \ldots x_n}(\pi) \gamma_1 \gamma_{r+1}^{-1} \}$. *Groupe* $\mathfrak{L}$: Si $(s) = (\mu_r)$, pour n impair ou $n = 2\nu$ mais $r \neq \nu$, on a $\mathfrak{M} = (M)$, $\mathfrak{M}^0 = (M^0)$; pour $n = 2\nu$ et $r = \nu$, on a $\mathfrak{M} = (M + \sigma M)$, $\mathfrak{M}^0 = (M^0 + \sigma M^0)$, $\sigma = t_1 t_2 \ldots t_\nu$ si ν est pair, $\sigma = t_1 t_2 \ldots t_\nu \varphi_1$ si ν est impair. Si $(s) = (\lambda_1)$, en prenant les variables $x'_i = x_i + \iota_0 y_i$, $y'_i = x_i - \iota_0 y_i$ $(\iota_0^2 = \iota)$, on a $\mathfrak{M} = (A + \sigma A)$, $\mathfrak{M}^0 = (\{ B, \gamma^{\pi-1} \} + \sigma \{ B, \gamma^{\pi-1} \})$, $\sigma = t'_1 t'_2 \ldots t'_\nu$ si ν est pair, $\sigma = \gamma'^{(\pi-1)/2} t'_1 t'_2 \ldots t'_\nu$ si ν est impair.

3. *Groupe hermitien.* — *Groupe* E : Si $s = l_r$, $N = E^1 E^2$, E^1 et E^2 étant les groupes respectifs de $e_1 = \Sigma_1^r z_i \bar{z}_i$ et de $e_2 = e - e_1$. Si $s = \psi$, N est isomorphe à $L(\nu, \pi^2)$. *Groupe* $\mathcal{E}$ (ou $\mathcal{H}$) : Si $(s) = (l_r)$, pour n impair ou pour $n = 2\nu$ et $r \neq \nu$, on a $\mathfrak{N} = (N)$; pour $n = 2\nu$ et $r = \nu$, on a $\mathfrak{N} = (N + n\sigma)$, σ échangeant z_i et $z_{\nu+i}$. Si $(s) = (\psi) = (\varphi)$ $(a = h)$ on a $\mathfrak{N} = (N + N\tau)$.

4. *Groupe gauche.* — *Groupe* G. Si $s = d_1 d_2 \ldots d_r$, on a $N = G^1 G^2$, G^1 et G^2 étant les groupes respectifs de $g_1 = \Sigma_1^r (x_i y'_i - y_i x'_i)$ et de $g_2 = g - g_1$. Si $s = \varphi$, N est isomorphe à $L(\nu, \pi)$. *Groupe* $\mathcal{G}$: Si $(s) = (d_1 d_2 \ldots d_r)$, pour ν impair ou $\nu = 2m$ et $r \neq m$, on a $\mathfrak{N} = (N)$; pour $\nu = 2m$ et $r = m$, on a $\mathfrak{N} = (N + N\Theta)$, $\Theta = \Pi_1^m T_{i,i+m}$. Si $(s) = (\varphi)$, on a $\mathfrak{N} = (N + N\tau)$. Si $(s) = (\tau)$ ou $(\tau\gamma)$, $\mathfrak{N} = N$. Si $(s) = (d' T \tau\gamma)$, $\mathfrak{N} = (N + N\tau)$, N étant isomorphe à $G(\nu, \pi^2)$.

5. *Groupe quadratique* $(\psi = x^2 + c' y^2)$. — *Groupe* Q : Pour $s = s_r$ ou $s_r m_{11}$, ou $s_r t_0$, si Q^1 désigne le groupe de la partie q_1 de q dont s multiplié par -1 les variables convenablement choisies et Q^2 le groupe de $q_2 = q - q_1$, on a $N = Q^1 Q^2$. Pour $s = \varphi$, on a $N = \{ V_{1 \ldots \nu 1}(\pi), m_{11} \}$ (*J. M.*, 1916, p. 353). *Groupe* $\mathfrak{Q}$: Pour $(s) = (s_h)$, si $n = 4h$ et $c' = -1$, on a $\mathfrak{N} = (N + \sigma N)$,

$\sigma = T_{1\nu}, \Pi_2^h T_{i,i+h}$. Pour $s = (s_{h-1} t_0)$ si $n = 4h - 2$, si $c' = 1$, on a $\mathfrak{N} = (N + \sigma N)$, $\sigma = m_{\nu'\varepsilon} \Pi_1^{h-1} T_{i,h+i-1}$; si $c' = \iota$, $\mathfrak{N} = (N)$. Pour $(s) = (\varphi)$, $\mathfrak{N} = (N + \sigma N)$, $\sigma = t_1 t_2 \ldots t_{\nu'}$. Pour $(s) = (\Theta_{\nu'})$ ou $(\Theta_{\nu'} \gamma)$ (ν' pair) on a $\mathfrak{N} = (N + \sigma N)$, $\sigma = d_2 d_4 \ldots d_{\nu'}$ et $N \equiv H(\nu', \pi)$. Pour $(s) = (\Theta_\nu m_{\nu'\varepsilon})$ ou $(\Theta_\nu m_{\nu'\eta} \Pi_1^\nu \gamma_i)$, résultat analogue en prenant pour σ une conjuguée réelle, dans $Q(n, \pi^2)$, de $\Pi_1^{\nu/2} \xi_i$, $\xi_i = d_{2i-1} T_{2i-1,2i} t_{2i-1} t_{2i} m_{2i-1,-2\rho}$, $\rho = \eta$ ou ε suivant que $\pi \equiv 1$ ou 3 mod 4.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur certaines fonctions entières d'ordre fini.* Note de Mlle **Mary L. Cartwright**, présentée par M. Hadamard.

$f(z)$ étant une fonction entière d'ordre fini ρ, nous désignerons par $\rho(r)$ un ordre précisé de Lindelöf et nous poserons

$$h(\theta) = \overline{\lim_{r=\infty}} \frac{\log |f(re^{i\theta})|}{r^{\rho(r)}}.$$

MM. Lindelöf et Phragmén [1] ont établi notamment ce théorème :

Théorème A. — *Si* $h(\alpha) = A \cos \alpha\rho + B \sin \alpha\rho$, $h(\beta) = A \cos \beta\rho + B \sin \beta\rho$, *avec* $0 < \beta - \alpha < \pi/\rho$, *on a, pour* $\alpha \leqq \theta \leqq \beta$,

$$h(\theta) \leqq A \cos \theta\rho + B \sin \theta\rho.$$

Dans un Mémoire précédent [2], j'ai démontré que cette inégalité peut être améliorée lorsque $f(z)$ a suffisamment de zéros dans l'angle considéré. Je me placerai ici à un point de vue inverse : *si l'on a*

$$(1) \qquad h(\theta) = A \cos \theta\rho + B \sin \theta\rho,$$

que peut-on dire des zéros de $f(z)$?

Théorème I. — *Si* (1) est *vérifiée pour* $\alpha \leqq \theta \leqq \beta$, *on a, pour tout* $\delta > 0$,

$$(2) \qquad \underline{\lim_{r=\infty}} \frac{n(r, \alpha + \delta, \beta - \delta)}{r^{\rho(r)}} = 0,$$

$n(r, \alpha + \delta, \beta - \delta)$ *désignant le nombre des zéros de* $f(z)$ *pour* $|z| \leqq r$, $\alpha + \delta \leqq \arg z \leqq \beta - \delta$. *En outre, à tout système de nombres positifs* ε, δ, η, *on peut faire correspondre une suite* $R_1, \ldots, R_m, \ldots, R_m \to \infty$, *telle que l'inégalité*

$$(3) \qquad \log |f(re^{i\theta})| > (A \cos \theta\rho + B \sin \theta\rho - \varepsilon) r^{\rho(r)}$$

---

[1] *Acta math.*, 31, 1998, p. 386.

[2] *Proc. London Math. Soc.*, 2e série, 32, 1931, p. 51-71.

soit vérifiée pour $\alpha+\delta \leqq \theta \leqq \beta-\delta$, $0 < r < R_m$, *sauf peut-être pour un ensemble de valeurs r de mesure inférieure à* ηR_m.

J'exprimerai la conclusion en disant que (3) est vérifiée sur *un ensemble de densité supérieure* 1. Il résulte des hypothèses que

$$\log|f(re^{i\theta})| < (A\cos\theta\rho + B\sin\theta\rho + \varepsilon)\, r^{\rho(r)},$$

pour tout $r > r_0(\varepsilon)$ et aussi que, pour chaque θ compris entre α et β, il existe une suite de valeurs r pour lesquelles (3) a lieu. Si $\rho(r) = \rho$, nous appliquons le théorème de Jensen à $f(z)e^{-(A-iB)z^\rho}$ dans un cercle dont le centre est un point en lequel (3) a lieu, avec $\theta = 1/2(\alpha+\beta)$. En supposant $\beta-\alpha = \pi/2$ et en choisissant convenablement le rayon, (2) s'ensuit presque immédiatement. Pour la seconde partie, on emploie une méthode analogue à celle de M. Valiron dans son théorème sur le minimum du module [1]. Si $\beta - \alpha \neq \pi/2$, on prend un point quelconque où (3) est vérifiée, et l'on opère de façon analogue. Si $\rho(r) \neq \rho$, on remplace l'exponentielle précédente par une fonction similaire [2] d'ordre précisé $\rho(r)$.

Théorème II. — *Si* (1) *est vérifiée pour* $\alpha \leqq \theta \leqq \beta$ *avec* $\beta - \alpha \geqq \pi/\rho$, *on a, pour chaque* $\delta > 0$,

$$\lim_{r=\infty} n(r,\, \alpha+\delta,\, \beta+\delta)/r^{\rho(r)} = 0.$$

En outre, si $\beta-\alpha > \pi/\rho$, *à* ε, η, δ *positifs donnés arbitrairement correspond un nombre* R_0 *tel que* (3) *soit vérifiée pour* $\alpha+\delta \leqq \theta \leqq \beta-\delta$, $0 < r < R$ *dès que* $R > R_0$, *et sauf au plus sur un ensemble de valeurs r de mesure moindre que* ηR.

Nous exprimerons la conclusion en disant que (3) est vérifiée *sur un ensemble de valeurs r de densité* 1. Du théorème II, qui se démontre par l'emploi du principe du module maximum [3] et des méthodes signalées ci-dessus, on déduit par les méthodes usuelles [4] les deux suivants :

Théorème III. — *Si* $\rho > 1/2$ *et si pour* $|\theta| \leqq \pi$, $h(\theta) = (-1)^p \cos\theta\rho$, *p étant la partie entière de* ρ, *on a, si* $r \to \infty$,

$$\lim n(r,\, -\pi+\delta,\, \pi-\delta)/r^{\rho(r)} = 0,$$

---

(1) G. Valiron, *Lectures on the General Theory of Integral Functions*; voir aussi M. L. Cartwright, *Proc. London Math. Soc.*, 2e série, 33, 1931, p. 219.

(2) Voir G. Valiron, *Annales Fac. Sc. Toulouse*, 3e série, 5, 1913, p. 233.

(3) Voir à ce sujet H. Milloux, *Acta math.*, 52, 1929, p. 243.

(4) Voir, en particulier, M. L. Cartwright, *Quarterly J. of Math.* (Oxford s.), 1, 1930, p. 44-52.

pour chaque $\delta > 0$ *et*

$$n(r) \sim (|\sin \pi\rho|/\pi) r^{\rho(r)}.$$

En outre, si ρ *est entier,* $f(0) \neq 0$, *et si* z^n *est le* $n^{\text{ième}}$ *zéro de* $f(z)$:

$$\left[\frac{d^\rho}{dz^\rho} \log f(z)\right]_{z=0} + \frac{1}{\rho} \sum_{|z_n| \leqq r} \frac{1}{|z_n|^\rho} \sim r^{\rho(r)-\rho}.$$

Ces fonctions sont très analogues aux fonctions orientées de M. Valiron ([1]).

Théorème IV. — *Si* $\rho > 1$, $h(\theta) = \cos\theta\rho$ *si* $|\theta| \leqq 1/2\pi/\rho$ *et* $h(\theta) = 0$ *ailleurs, on a, lorsque* $r \to \infty$,

$$\lim n\left(r, -\frac{1}{2}\pi/\rho + \delta, \frac{1}{2}\pi/\rho - \delta\right) : r^{\rho(r)} = \lim n\left(r, \frac{1}{2}\pi/\rho + \delta, 2\pi - \frac{1}{2}\pi/\rho - \delta\right) : r^{\rho(r)} = 0$$

et aussi lorsque $r \to \infty$ *sur un ensemble de densité supérieure* 1,

$$(4) \quad n\left(r, -\frac{1}{2}\pi/\rho - \delta, -\frac{1}{2}\pi/\rho + \delta\right) \sim n\left(r, \frac{1}{2}\pi/\rho - \delta, \frac{1}{2}\pi/\rho + \delta\right) \sim r^{\rho(r)}/2\pi.$$

Les fonctions de cette espèce comprennent celles dont les directions de Borel sont situées dans un angle $|\arg z| \leqq \pi/2\rho$, le résultat obtenu étant, à un certain point de vue, plus précis que ceux antérieurement connus. Si $f(z)$ vérifie les conditions de IV, $f_1(z) = f(z) + \pi(z)$ les vérifie aussi si $\pi(z)$ est du type minimum par rapport à $r^{\rho(r)}$, ce qui fournit une propriété des zéros de toutes les fonctions $f_1(z)$ ([2]).

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Variation de la résistance aux faibles vitesses sous l'influence de la compressibilité.* Note ([3]) de **Basile Demtchenko**, présentée par M. Henri Villat.

Dans une Note antérieure ([4]) nous avons démontré que le problème du mouvement permanent lent d'un fluide compressible se réduit au problème relatif à un fluide incompressible. Il existe une correspondance simple entre le plan du fluide compressible (plan z) et le plan de base z_0 du fluide incompressible :

([1]) Valiron, *Annales Fac. Toulouse, loc. cit.*, p. 230-243.

([2]) Voir le Mémoire cité de M. Milloux, p. 241-255.

([3]) Séance du 9 mai 1932.

([4]) B. Demtchenko, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1218.

a. Les vitesses q et q_0 aux points conjugués des plans z et z_0 sont liées par la formule

$$\frac{1}{q} = \frac{\rho_1 + \rho_0}{2\rho_1}\frac{1}{q_0} + \frac{\rho_1 - \rho_0}{2q_1^2\rho_1}q_0, \tag{1}$$

où q_1 est la vitesse aux points conjugués donnés $z = z_1$ et $z_0 = z_{01}$, commune aux deux plans.

b. Les angles θ et θ_0 que forment les vitesses aux points conjugués avec une direction fixe (axe OX) sont les mêmes : $\theta = \theta_0$.

c. Les potentiels complexes $w = \varphi + i\psi$ et $w_0 = \varphi_0 + i\psi_0$ prennent les mêmes valeurs dans les deux plans : $w = w_0$.

d. Les pressions p et p_0 aux points conjugués sont liés par la relation

$$\frac{p - p_1}{q} = \frac{p_0 - p_{01}}{q_0}, \tag{2}$$

où p_1 et p_0 sont les pressions aux points z_1 et z_{01}.

e. La densité ρ du fluide compressible est donnée en fonction de la densité ρ_0 du fluide incompressible par la formule

$$\frac{1}{q}\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{\rho_1 + \rho_0}{2\rho_1}\frac{1}{q_0} - \frac{\rho_1 - \rho_0}{2q_1^2\rho_1}q_0. \tag{3}$$

f. Les résistances $R = R_x + iR_y$ et $R_0 = R_{0x} + R_{0y}$ éprouvées par deux arcs conjugués AB et A_0B_0 des frontières des domaines z et z_0 sont les mêmes, $R = R_0$, si la densité du fluide incompressible est égale à la densité ρ_0 du fluide compressible correspondant à la vitesse nulle.

g. Il y a une relation simple entre les résistances unitaires des arcs conjugués AB et A_0B_0. Désignons par $l = z_A - z_B$ et $l_0 = z_{0A} - z_{0B}$ les segments complexes AB et A_0B_0 et par $k = R/l$ et $k_0 = R_0/l_0$ les résistances unitaires correspondantes. D'après les formules (10′), (12) et (16) de la Note mentionnée ci-dessus on a

$$k = \frac{\rho_0}{2i}\frac{q_1^2 a - b}{\frac{\rho_1 + \rho_0}{2\rho_1}a + \frac{\rho_1 - \rho_0}{2q_1^2\rho_1}b}, \tag{4}$$

$$k_0 = \frac{\rho_0}{2i}\frac{q_1^2 a - b}{a}, \tag{5}$$

où

$$a = \int_{AB} e^{i\Omega(t)}\Phi'(t)\,dt, \qquad b = \int_{AB} e^{i\overline{\Omega}(\bar{t})}\overline{\Phi}'(\bar{t})\,d\bar{t}. \tag{6}$$

En éliminant a/b entre les formules (4) et (5), on obtient la relation

cherchée

$$k = k_0 \frac{1}{1 - \frac{ik_0}{q_1^2} \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_1 \rho_0}}. \tag{7}$$

Appliquons les formules précédentes à quelques problèmes particuliers de mouvement avec formation de surfaces de glissement.

I. Cas d'une lame rectiligne inclinée d'un angle δ sur la vitesse d'un courant indéfini formant derrière l'obstacle un sillage illimité. Pour le liquide incompressible, on a la formule classique [1]

$$k_0 = \frac{R}{l_0} = \frac{q_\infty^2 \rho_0}{i} \frac{\pi \cos\delta}{4 + \pi \cos\delta}. \tag{8}$$

D'après la formule (7) on obtient pour le liquide compressible

$$k = \frac{R}{l} = \frac{q_\infty^2 \rho_0}{i} \frac{\pi \cos\delta}{4 + \frac{\rho_0}{\rho_\infty} \pi \cos\delta} \quad [2]. \tag{9}$$

Si l'écoulement est adiabatique, on a en supposant $\delta = \pi/2$ et $q_\infty / c = 0,5$

$$\frac{R_x}{|l| \rho_\infty q_\infty^2} = 0,4717. \tag{10}$$

Dans le cas d'un liquide incompressible ce coefficient est égal à 0,4398. On obtient donc une augmentation de la résistance de 7,23 pour 100.

II. Cas d'une lame placée au milieu d'un courant de largeur finie sous un angle droit. Si le liquide est incompressible on a [3]

$$k_0 = \frac{q_\infty^2 \rho_0}{i} \frac{\pi}{\pi + 2 \cot\frac{\alpha}{2} \log \operatorname{tang}\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{4}\right)}, \tag{11}$$

où 2α est l'angle entre les vitesses à l'infini des deux jets qui se forment derrière l'obstacle. Si le fluide est compressible, on obtient

$$k = \frac{q_\infty^2 \rho_0}{i} \frac{\pi}{\frac{\rho_0}{\rho_\infty} \pi + 2 \cot\frac{\alpha}{2} \log \operatorname{tang}\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{4}\right)}. \tag{12}$$

---

(1) H. Villat, *Aperçus théoriques sur la résistance des fluides*, Paris, Gauthier-Villars, 1920.

(2) Cette formule a été donnée par A. Tchapliguine [*Sur les jets gazeux* (*Annales scientifiques de l'Université de Moscou*, fasc. 21, 1914, p. 1, Moscou; en russe)].

(3) H. Villat, *ibid.*

Il faut remarquer que l'angle entre les deux jets en aval reste le même, mais les largeurs des jets sont augmentées en rapport de ρ_0/ρ_∞ et celle de la lame en rapport de k/k_0.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'affaiblissement des ondes moyennes et intermédiaires se propageant de jour sur mer.* Note de MM. **J. Bion** et **P. David**.

En étudiant théoriquement la propagation d'une onde de longueur λ sur un sol de conductivité σ, Sommerfeld a montré que l'affaiblissement à une distance d était fonction seulement du facteur $d/\sigma\lambda^2$ appelé par lui distance numérique.

Cette théorie a reçu diverses confirmations récentes, notamment d'Eckersley et de Van Der Pol.

Toutefois, les vérifications expérimentales ont principalement porté sur la variation de λ et de d. La conductivité σ gardait sa valeur moyenne normale (10^{-13} unité C. G. S. E. M.) dans le sol des plaines et plateaux européens. Des valeurs plus faibles, de l'ordre de 10^{-15}, ont été citées pour les régions montagneuses; mais ces valeurs ayant été déduites de cette formule ne peuvent évidemment pas servir à la vérifier.

Nous nous sommes proposé d'effectuer une vérification dans un autre sens : en observant que la conductivité de la mer est bien connue, et sensiblement 10^{-11}, on voit que d'après la formule de Sommerfeld les ondes de longueur 200 à 700^m ne doivent pas s'y affaiblir plus vite que ne font, sur terre, les ondes de 2000 à 7000^m.

C'est ce que nous avons cherché à contrôler, par une série de mesures effectuées en Méditerranée dans le courant des mois de janvier et février 1932. Des émissions étaient faites sur les ondes 700, 215 et 150^m, par un bâtiment qui s'éloignait progressivement jusqu'à 1050^{km}. Le champ était mesuré à intervalles réguliers, au moyen des appareils du Laboratoire national de Radio-Électricité, installés pour la circonstance à proximité de Toulon, et tout au bord de la côte.

Comparaison des affaiblissements calculés et observés.
(Coefficients de transmission.)

Longueur d'onde...	700^m.		215^m.		150^m.	
Distance.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.
200^{km}	0,99	0,8	0,92	0,6	0,87	0,47
500	0,90	0,5	0,81	0,2	0,60	0,15
1000	0,80	0,12	0,68	0,03	0,38	$<0,03$

L'affaiblissement observé de jour s'est montré très régulier, et nettement supérieur à celui que faisait prévoir la formule, ainsi que le montre le tableau ci-dessus.

L'écart observé étant très supérieur aux erreurs possibles de mesure, il faut en déduire que la formule dé Sommerfeld et ses dérivées ne sont pas applicables à la propagation des ondes *moyennes* et *intermédiaires* sur mer.

On peut noter, par contre, que la formule d'Austin, établie d'une manière semi-empirique pour des ondes beaucoup plus longues, donnerait dans le cas présent des chiffres très voisins de la réalité.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle joué par la nature des électrodes dans la conductibilité des liquides semi-conducteurs.* Note de M. **J. Sambussy**, présentée par M. A. Cotton.

J'ai montré dans une Note antérieure [1] l'importance des traces d'eau dans la conductibilité des liquides semi-conducteurs; je me suis proposé d'étudier l'influence de la nature des électrodes sur cette conductibilité. Le liquide étudié a été le nitrobenzène desséché avec du chlorure de calcium, puis distillé dans un appareil à joints rodés; la colonne de nitrobenzène de 5^{cm} de longueur était soumise à des différences de potentiel pouvant aller jusqu'à 3000 volts et fournies par une batterie d'accumulateurs.

1° Avec des électrodes de platine ou de palladium on constate que le courant diminue et tend avec le temps vers une limite i_∞. Ce courant limite i_∞ suit la loi d'Ohm et la répartition des potentiels à l'intérieur du liquide reste linéaire. Lorsqu'on supprime la différence de potentiel et qu'on réunit les électrodes à un galvanomètre, un courant passe en sens inverse du courant limite; la force contre-électromotrice donnant naissance à ce courant, mesurée par la méthode d'opposition, est 1,4 volt.

2° Avec des électrodes de plomb, on observe au début du passage du courant une répartition linéaire des potentiels; puis lorsque le courant limite est atteint, la répartition des potentiels cesse d'être linéaire et la chute de potentiel à l'anode est plus élevée que la chute de potentiel à la cathode. La force contre-électromotrice est 2,5 volts.

3° Avec les électrodes de tantale nous retrouvons, considérablement

[1] J. Sambussy, *Comptes rendus*, **193**, 1931, p. 855.

amplifiées, les particularités signalées pour le plomb; lorsque le courant limite est atteint la répartition des potentiels cesse d'être linéaire et l'on observe de fortes chutes à l'anode. Ainsi pour une colonne de nitrobenzène de 5^{cm} de longueur soumise à une différence de potentiel de 480 volts, voici les chutes de potentiel relevées de centimètre en centimètre :

$\overset{+}{0}$	1	2	3	4	$\overset{-}{5}$
↓	↓	↓	↓	↓	
250	58	58	58	58	

Signalons que l'anode de tantale s'est recouverte durant le passage du courant d'une couche d'oxyde.

Lorsque le courant limite est atteint et pour des différences de potentiel aux électrodes v supérieures à 140 volts, la force contre-électromotrice est de 140 volts; elle est localisée au voisinage de l'anode.

Pour des différences de potentiel v inférieures à 140 volts, la force contre-électromotrice est égale à v et est localisée au voisinage de l'anode; d'ailleurs pour ces valeurs de v, lors du passage du courant, la chute de potentiel anodique est égal à v.

Lorsqu'on effectue l'électrolyse de l'eau pure sous des tensions élevées avec une anode de tantale, on trouve une forte chute de potentiel anodique et une force contre-électromotrice pouvant atteindre 140 volts et localisée au voisinage de l'anode.

Ainsi la polarisation des électrodes serait une polarisation d'origine électrolytique due aux traces d'eau contenues dans le liquide puisque nous retrouvons dans le nitrobenzène avec des électrodes de platine, de palladium, de plomb, et de tantale la même force contre-électromotrice que l'on trouve dans l'eau avec les mêmes métaux. En outre dans le cas des électrodes de plomb et de tantale il y a à l'anode formation d'oxydes et en même temps création de chute anodique notable. Ces chutes paraissent donc liées comme la force contre-électromotrice elle-même à la formation d'oxyde.

MAGNÉTISME. — *Paramagnétisme variable du perchlorure de fer cristallisé et paramagnétisme constant de la molécule* Fe^2Cl^6 *à l'état gazeux. Constitution de la molécule* Fe^2Cl^6. Note (¹) de M. **André Lallemand**, transmise par M. Pierre Weiss.

J'ai étudié l'aimantation du perchlorure de fer anhydre en fonction de la température. Cette étude a été faite par la méthode d'attraction dans un champ magnétique non uniforme. Le perchlorure de fer, parfaitement pur et sec, se trouvait dans une petite ampoule en quartz. Le remplissage de cette ampoule a été effectué dans une atmosphère d'azote, l'ampoule a été ensuite scellée.

Résultats expérimentaux. — 1° Le perchlorure de fer à l'état cristallisé suit très exactement la loi de Curie-Weiss avec un champ moléculaire nul à la précision des mesures; ce qui montre que l'atome de fer, dans ces conditions, est porteur d'un moment magnétique. Ce moment a été trouvé égal à 27,99 magnétons de Weiss; nombre calculé à partir de la constante de Curie en prenant la valeur 1125,6 pour la mesure du magnéton.

2° Au-dessus de 125° la susceptibilité magnétique éprouve une discontinuité correspondant à la formation de la vapeur. χ_m étant la susceptibilité rapportée à la molécule $FeCl^3$ j'ai trouvé :

$$\chi_m = 9{,}98 . 10^{-3} \quad (\text{à } 125^\circ),$$
$$\chi_m = 4{,}59 . 10^{-3} \quad (\text{à } 327^\circ).$$

A cette dernière température, toute la substance est à l'état gazeux.

3° De 327° à 430°, j'ai observé une susceptibilité indépendante de la température :

$$\chi_m = 4{,}59 . 10^{-3}.$$

4° Au-dessus de 430°, on observe de nouveau une susceptibilité décroissante avec la température.

Discussion. — La densité de vapeur apprend que de 317° à 440° la molécule est Fe^2Cl^6. Au-dessus de 440° Fe^2Cl^6 se dissocie pour former de nouvelles molécules, $FeCl^3$ en particulier. Le paramagnétisme constant observé entre 327° et 430° est donc bien une propriété de la molécule Fe^2Cl^6. La théorie du paramagnétisme constant récemment publiée par Néel (²)

(¹) Séance du 9 mai 1932.

(²) Néel, *Thèse*, Strasbourg, 1932.

permet d'interpréter entièrement ces résultats. D'après cette théorie les propriétés magnétiques d'un système formé de moments identiques, couplés deux à deux dans une position antiparallèle, se réduisent à un paramagnétisme constant.

La forte diminution de la susceptibilité magnétique observée lors de la formation des molécules Fe^2Cl^6 par sublimation s'explique par le couplage antiparallèle des deux atomes de fer porteurs de moment pour former la molécule de moment nul. Le paramagnétisme constant est dû à la déformation élastique de cette molécule par le champ magnétique. Ensuite, la dissociation se produit et donne naissance à de nouveaux porteurs de moments, notamment à $FeCl^3$, et le paramagnétisme variable réapparaît.

Conclusions. — Dans le cristal, l'ion Fe''' possède un moment magnétique. Dans la vapeur, les molécules Fe^2Cl^6 doivent leur paramagnétisme constant au couplage direct et antiparallèle des deux atomes de fer. Ces deux atomes doivent avoir des moments magnétiques égaux; ils possèdent donc la même valence ([1]). Cela paraît exclure les formules de constitution dans lesquelles on fait jouer des rôles différents aux deux atomes de fer et en particulier celle où l'on considère Fe^2Cl^6 comme le sel de fer du radical $FeCl^6$.

POLARISATION ROTATOIRE. — *Sels doubles, sels complexes et dichroïsme circulaire*. Note de M. **J.-P. Mathieu**, présentée par M. A. Cotton.

Dans une Note précédente ([2]), j'ai montré sur un exemple que des modifications profondes d'activité optique accompagnent un changement de nature des liaisons qui unissent le groupe chromophore au groupe actif d'une molécule. Voici un cas différent étudié sur des composés du cobalt.

Une solution contenant un sel cobalteux et un excès de tartrate de sodium laisse rapidement déposer des aiguilles microscopiques rose pâle, groupées en formes d'oursins. L'analyse de ces cristaux desséchés à 120°C. conduit à la formule $(C^4H^4O^6)^2CoNa^2$. En solution aqueuse, ce composé est, au moins pour la plus grande partie, normalement ionisé. Tous ses constituants s'y manifestent; en particulier, le cobalt se décèle facilement par la formation de cobaltosulfocyanure, et se comporte comme un ion

([1]) Cabrera, *J. de Phys.*, 6e série, **3**, 1922, p. 443.

([2]) *Comptes rendus*, **193**, 1931, p. 1079.

positif dans l'électrolyse. Le corps ainsi obtenu doit donc être considéré comme un sel double, tartrate de cobalt et de sodium, et l'on peut écrire sa formule : $C^4H^4O^6Co, C^4H^4O^6Na^2, nH^2O$. Ses solutions aqueuses étendues possèdent une bande d'absorption dans le vert; cependant leur dispersion rotatoire ne présente qu'une très légère anomalie et le dichroïsme circulaire est faible dans la région d'absorption (voir tableau ci-contre).

Outre ce composé, formé en milieu neutre, des faits biens connus et utilisés en analyse conduisent à penser qu'il existe en milieu alcalin des corps contenant les mêmes constituants. Tower [1] a prévu qu'il doit se former dans les mélanges de sel cobalteux, de tartrate alcalin et d'alcali un composé défini contenant probablement une molécule d'acide tartrique pour un atome de cobalt et deux atomes de métal alcalin.

L'étude des mélanges précédents par les méthodes polarimétriques utilisées comme l'a indiqué M. Darmois [2] confirme l'existence de ce composé. Il est facile de l'obtenir à l'état cristallisé en partant de solutions très concentrées.

Dans un mélange à volumes égaux d'une solution de $(NO^3)^2Co.2M$ et d'une solution $C^4H^4O^6Na^2.2M$, on verse une lessive de soude 4M jusqu'à redissolution du précipité d'abord formé. Si l'on ajoute encore de la base par petites quantités, en agitant, on observe que la viscosité de la solution croît brusquement. En quelques minutes, le mélange forme un gel transparent rouge. Après quelques heures, cette gelée abandonnée dans un flacon bouché est transformée en une solution très oxydable dans laquelle sont déposés des cristaux microscopiques roses. Ceux-ci sont d'abord en forme de filaments flexibles, puis de bâtonnets isolés ou groupés en faisceaux, toujours trop petits pour permettre une étude cristallographique.

D'après l'analyse des cristaux purifiés et desséchés à 120° C., leur formule est $C^4H^4O^6CoNa^2$. Ce composé est un sel complexe. Le cobalt y est en effet dissimulé. Si l'on soumet ses solutions aqueuses à l'action d'un champ électrique, l'ion coloré se dirige vers l'anode. La réaction du sulfocyanure est négative. L'oxydation ne donne pas un précipité de sesquioxyde, mais une coloration verte [3]. Seul le sulfure d'ammonium donne un précipité de sulfure de cobalt. Le cobalt entre donc ici dans un anion complexe peu dissocié en ions métalliques libres. Des bases solides manquent pour proposer une formule de structure de cet anion. Le corps

(1) O. T. Tower, *Journal of American Chemical Society*, 22, 1900, p. 501.

(2) E. Darmois, *Journal de Physique*, 6e série, 4, 1923, p. 49 et *passim*.

(3) A. Job, *Comptes rendus*, 144, 1907, p. 1044.

obtenu doit être regardé comme un cobaltotartrate de sodium et l'on peut écrire sa formule : $[C^4H^4O^6Co]Na^2, nH^2O$. Les solutions aqueuses de ce composé présentent une bande d'absorption dans la même région du spectre que celles du tartrate double signalé plus haut. Mais leur dispersion rotatoire est fortement anormale et leur dichroïsme circulaire très marqué.

Le tableau suivant permet de comparer l'activité optique des deux composés :

Solutions contenant 9g,5 *de cobalt par litre.* $l = 2^{cm}$.

Longueurs d'onde en mμ		589.	578.	546.	508.	492.	436.
		°	°	°	°	°	°
Tartrate double.	Rot.	+0,14	+0,16	+0,20	+0,26	+0,31	+0,37
	Ellip.	»	?	−0,10	−0,05	?	0
Cobaltotartrate.	Rot.	−1,40	−1,43	−0,30	+1,16	+1,40	+0,85
	Ellip.	−0,75	−1,40	−3,45	−2,20	−1,40	−0,2

Cette étude indique l'existence de deux combinaisons nouvelles bien définies, de structure différente bien que de composition voisine. L'effet Cotton ne se manifeste nettement que dans la combinaison complexe.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Méthode stroboscopique pour la mesure des biréfringences électriques.* Note (1) de MM. **René Lucas** et **Marcel Schwob**, présentée par M. A. Cotton.

La présente Note a pour objet de décrire une méthode stroboscopique pour la mesure des biréfringences électriques, méthode permettant de réunir les avantages présentés tant par l'emploi d'une différence de potentiel continue, que par celui d'une différence de potentiel alternative, pour l'excitation de cellules de Kerr.

M. Cotton (2) a déjà indiqué les avantages de l'emploi des différences de potentiel alternatives (meilleure stabilité des liquides étudiés, diminution des effets d'électrolyse). Par contre, l'analyse de la lumière (méthodes de Chauvin, Brace, Chaumont, qui utilisent des plages lumineuses) se fait avec moins de sensibilité et n'est praticable que pour le cas de faibles retards.

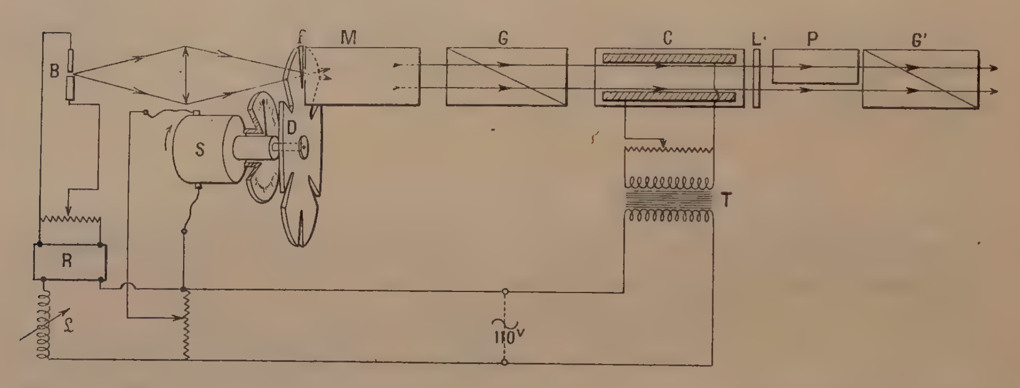
(1) Séance du 2 mai 1932.

(2) A. Cotton et H. Mouton, *Ann. de Chimie et de Physique*, 8e série, 20, 1910, p. 201.

Depuis ces travaux, M. Pauthenier (¹) a utilisé, pour la mesure des retards absolus, une méthode de charge instantanée très élégante, mais de réalisation délicate. M. de Mallemann (²) s'est servi de cette méthode, mais a signalé les inconvénients qu'elle présente pour la mesure précise des biréfringences.

Nous croyons avoir éliminé les inconvénients respectifs des méthodes précédentes, tout en conservant leurs principaux avantages, par le procédé stroboscopique suivant :

La cuve de Kerr est reliée à une source de tension alternative. Le pinceau de lumière monochromatique n'est admis que pendant un temps très court dans le système optique, au moment où la tension passe par sa valeur maxima. D'autre part, la source de lumière présente un éclat variable périodiquement dont les maxima coïncident avec les périodes d'admission de la lumière.



La figure ci-dessus indique l'ensemble du montage. B est un brûleur à mercure Heraeus (lampe ponctuelle), dont l'image est formée sur la fente *f* d'entrée d'un séparateur de radiations M. La lumière monochromatique traverse ensuite un glazebrook polariseur G, la cuve de Kerr C, une lame quart d'onde L et un analyseur à deux plages, comprenant le prisme de Lippich P et le glazebrook G'.

La méthode de mesure utilisée est la méthode de Chauvin.

La tension d'excitation de la cuve C est prise aux bornes d'un potentiomètre relié au secondaire d'un transformateur 110-20 000 volts, dont le primaire est branché sur le réseau.

(¹) M. Pauthenier, *Ann. de Physique*, 9ᵉ série, 14, 1920, p. 270.

(²) R. de Mallemann, *Ann. de Physique*, 10ᵉ série, 2, 1924, p. 47.

La tension d'alimentation du brûleur B est prise aux bornes d'un potentiomètre, relié à un redresseur de courant R, à vapeur de mercure, connecté au même réseau, à travers une self réglable L.

L'occultation périodique du faisceau est obtenue à l'aide d'un disque D, entraîné par un petit moteur synchrone S, à six pôles, alimenté par le réseau de distribution. Ce disque, solidaire du rotor du moteur, porte six fentes radiales, équidistantes, et de petite ouverture (six à sept degrés). Le stator du moteur peut tourner d'angles mesurables autour de l'axe du rotor.

Dans ces conditions, il est possible d'assurer la concordance de phase entre les maxima d'éclat du brûleur, le passage des fentes et les maxima de tension de la cellule.

Un calcul simple permet de voir, qu'avec l'ouverture adoptée pour les fentes du disque, le carré moyen de la tension de cellule ne diffère que de 1 pour 100 de la valeur de tension de crête pendant l'admission de la lumière.

Il en résulte que les pointés de l'analyseur se font avec une grande précision, *même dans le cas de retards importants*, les extinctions des plages se faisant sensiblement comme dans le cas de l'emploi de tensions statiques.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le rapport actinium-uranium dans une uraninite ancienne, la clévéite de Aust-Agder (Norvège).* Note [1] de Mlle **Ellen Gleditsch** et M. **Sverre Klemetsen**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note précédente [2] nous avons donné les premiers résultats de quelques essais en vue de déterminer le rapport de l'actinium à l'uranium dans quelques minerais. On a trouvé que la quantité d'actinium est environ 3 pour 100 de celle de l'uranium : pour une broeggerite de Raade (Norvège) 2,7, pour une pechblende de Cornouailles 3,3.

Nous avons fait dernièrement une détermination de ce même rapport pour un troisième minerai, une clévéite d'Aust-Agder (Norvège). Nous nous sommes servis des deux mêmes méthodes qui ont déjà été décrites [3]:

1° Précipitation et purification de l'actinium suivie d'une étude de l'augmentation

---

(1) Séance du 9 mai 1932.

(2) Ellen Gleditsch et Ernst Foyn, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1571.

(3) *Loc. cit.*

de son activité. La quantité d'actinium trouvée représente 3,25 pour 100 de celle de l'uranium ;

2° Précipitation, purification du protactinium et détermination de son activité α. La quantité d'actinium trouvée est 3,15 pour 100 de celle de l'uranium.

Il ne faut pas attribuer une trop grande importance à la concordance de ces deux résultats, elle est probablement accidentelle. La difficulté principale réside dans les purifications chimiques, et ici une erreur de 5 à 10 pour 100 est possible.

Il y a des points importants à préciser pour les trois minerais examinés :

La broeggerite est une uraninite cristallisée. On la trouve associée au feldspath dans certains dykes de pegmatite qui traversent le massif granitique de Fredrikshald dans le sud-est de la Norvège (Raade ou Moss). Ce massif, d'après ce qu'on croit, date du précambrien. Le minerai est remarquablement peu altéré et très ancien ; des calculs d'âge basés sur le rapport radium G-uranium conduisent à environ 900 millions d'années [1].

La clévéite est également une uraninite, mais plus altérée que la broeggerite. On la trouve dans des dykes de pegmatite traversant le grand massif de granite précambrien, qui s'étend de Langesundsfjord vers le sud-ouest de la Norvège (district d'Arendal). Le rapport radium G-uranium indique pour les échantillons de clévéite examinés un âge d'environ 1000 millions d'années [2].

Le troisième minerai, la pechblende de Cornouailles, est de date plus récente. Toutefois les données que nous possédons sur ce minerai sont moins complètes. Le rapport radium G-uranium n'a pas été déterminé; le rapport radioplomb-uranium indique pour les différents échantillons examinés l'âge de 2 à 400 millions d'années, mais il est fort probable que ce radioplomb contient aussi du plomb ordinaire [3].

Il serait intéressant d'examiner quelques échantillons de minerai considérablement plus jeunes, ce que nous espérons faire prochainement.

---

(1) Voir *Bulletin of the National Research Council*, n° 80 (*National Academy of Science Washington* D. C., p. 276, 285 et 310), et Ellen Gleditsch, *Étude sur les minéraux radioactifs : I. La broeggerite* (*Archiv for Math. og Naturvid.*, 36, n° 1).

(2) *Loc. cit.*

(3) *Loc. cit.*

RADIOACTIVITÉ. — *Phénomènes radioactifs de second ordre et d'origine artificielle.* Note de M. G. **Reboul**, présentée par M. A. Cotton.

L'exposition de certains corps à l'action de cellules semi-conductrices leur communique la propriété d'impressionner la plaque photographique et d'influencer l'électroscope [1]. L'étude de ce phénomène a donné les résultats suivants.

I. Parmi les corps essayés, seuls les *isolants* ou mauvais conducteurs ont paru susceptibles d'activation. On peut activer comme il a été antérieurement indiqué : du papier, du carton, des substances végétales desséchées, des étoffes, de la paraffine, de l'ébonite, du soufre, de la diélectrine, de l'ambroïne, etc. Nous avons vu que les gaz environnant la cellule sont dans un état d'activation.

La nature diélectrique de la substance paraît être une condition essentielle; il suffit de rendre un corps conducteur pour qu'il ne puisse s'activer : sur une feuille de papier on trace des caractères avec une solution conductrice, on active ensuite la feuille; dans son action sur la plaque sensible les caractères tracés, quoique non apparents sur la feuille, ressortent nettement sur la plaque, montrant bien que les parties conductrices n'ont pas participé à l'activation.

La constitution physique du corps expérimenté intervient dans le phénomène : des corps polis s'activent mal et ne présentent d'effet marqué que sur leurs bords, des rayures superficielles facilitent au contraire l'activation.

Les métaux, même en poudre, ne s'activent pas.

II. Les corps activés impressionnent la plaque photographique, agissent sur l'électroscope et produisent des effets analogues à la phosphorescence.

1. *Action sur la plaque sensible.* — C'est elle qui est la plus nette et se prête le mieux à l'étude du phénomène. Celle-ci se fait aisément avec des plaques commerciales sensibles (Lumière opta, par exemple), elle nécessite des poses de 12, 24 ou 48 heures.

L'action est due à un rayonnement très absorbable qu'une épaisseur de 1 ou 2^{mm} d'air à la pression ordinaire suffit pour arrêter, mais que laissent passer des pellicules de cellophane; elle persiste parfois plusieurs jours et présente les caractères d'une phosphorescence invisible.

---

[1] *Comptes rendus* 194, 1932, p. 602 et 1122.

2. *Action sur l'électromètre.* — Son étude exige un bon appareil de quelques centimètres de capacité et sensible au millième de volt; les charges sont faibles et les mesures relativement longues, aussi le laboratoire doit-il être peu éclairé et sa température suffisamment constante.

Après activation, les corps possèdent une forte charge électrique qu'ils perdent lentement pendant plusieurs heures. Cette charge est positive ou négative suivant le sens de la tension appliquée à la cellule; elle est due probablement aux charges projetées par cette dernière.

On peut facilement se mettre à l'abri des effets d'influence accompagnant cette charge et mesurer les courants d'ionisation produits par le rayonnement du corps activé. On n'obtient d'effet net que pendant les deux ou trois heures qui suivent l'activation. L'action diminue rapidement et au bout de quelques heures, il est difficile d'affirmer que les courants obtenus ne sont pas dus à quelque effet perturbateur. Ainsi une feuille de papier, activée comme il a été indiqué antérieurement, donne au début un courant de 108 (unités arbitraires), un quart d'heure après on n'a plus que 15, cinquante minutes après 6 et au bout d'une heure et demie 3; le lendemain on a des courants d'une unité, c'est-à-dire de l'ordre de grandeur de ceux que l'on obtient indépendamment de toute activation.

3. *Effets de phosphorescence.* — Si l'on place un corps préalablement activé sur une substance susceptible d'activation, une feuille de papier par exemple, celle-ci acquiert à son tour la propriété d'impressionner la plaque sensible et présente les caractères d'une phosphorescence invisible.

L'action sur un écran phosphorescent ordinaire est trop faible pour pouvoir être aperçue à l'œil. On peut la mettre en évidence de la manière suivante : sur une plaque photographique on place pendant 24 heures un écran phosphorescent dont une partie a été exposée à l'action d'un corps préalablement activé; l'impression est plus nette sous la partie exposée de l'écran. Il est toutefois difficile d'affirmer que l'augmentation est due à l'action du corps phosphorescent proprement dit plutôt qu'à celle de la substance qui lui sert de support.

III. L'explication pourrait être la suivante : sous l'action du rayonnement très absorbable émis par la cellule ou par les gaz qui en émanent, les atomes des substances activées sont sortis de leur état d'équilibre électrique et n'y reviennent qu'avec une certaine lenteur; ce retour à l'équilibre est accompagné d'émission de radiations très absorbables. On conçoit pourquoi seuls les isolants sont susceptibles d'activation, puisque ce sont les corps où l'équilibre électrique se rétablissant le plus difficilement, la persistance du phénomène a le plus de chances de se produire.

La nature très absorbable des radiations émises montre que leur longueur d'onde est de quelques centaines d'angströms et leur quantum énergétique de quelques dizaines de volts; les vitesses correspondantes des électrons ou des centres positifs mis en jeu sont donc très faibles et leurs effets habituels ne peuvent donner lieu qu'à des phénomènes indiscernables.

En somme nous obtenons des phénomènes d'allure radioactive, qui, faisant intervenir probablement les couches superficielles de l'atome, peuvent être provoqués artificiellement. L'extrême absorption, par la matière environnante, du rayonnement qui leur correspond, masque complètement le caractère atomique de cette espèce de radioactivité de second ordre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'abaissement des points d'eutexie.* Note de MM. **Eugène Cornec** et **Henri Muller**, présentée par M. G. Urbain.

L'eutectique simule le corps pur. Comme dans le cas du corps pur, la température de solidification est en général abaissée par addition d'une substance soluble.

Nous avons employé l'eutectique glace-nitrate de potassium qui se congèle à — 2°,84 et étudié l'abaissement du point d'eutexie par addition de composés organiques ou de sels minéraux neutres en quantités suffisamment faibles pour qu'il n'intervienne pas de phases solides autres que la glace et le nitrate de potassium.

Soient : P le nombre de grammes de la substance ajoutée, supposée anhydre, pour 100g d'eau contenus dans la solution saturée à la fois de glace et de nitrate de potassium; M le poids moléculaire de la substance anhydre et Δ l'abaissement de la température d'eutexie (Δ était généralement compris entre 0°,2 et 2°,5; il n'a jamais dépassé 3°,5). En général l'abaissement moléculaire $K = \Delta/PM$ n'est pas constant. En portant, à la manière de Raoult, les valeurs de K en ordonnées et celles de Δ en abscisses on obtient presque toujours une droite ou parfois une courbe très tendue. Il est donc toujours facile de déterminer, par extrapolation, l'abaissement moléculaire à l'origine K_0.

1° Les substances organiques étudiées ont, malgré la différence de leur poids moléculaire, sensiblement le même abaissement moléculaire à l'origine.

	K_0.	M.
Urée	16,6	60
Résorcine	16,4	110
Saccharose	16,4	342

2° Les sels ayant un ion commun avec le nitrate de potassium, qui est le constituant salin de l'eutectique, ont des abaissements moléculaires voisins de celui des non électrolytes.

	K_0.		K_0.
ClK	17,6	$Fe(CN)^6K^4$	16,4
BrK	17,5	NO^3Na	17,7
IK	17,7	NO^3NH^4	17,0
SO^4K^2	17,1	$(NO^3)^2Pb$	17,6
CrO^4K^2	17,6		

3° Pour les autres sels l'abaissement moléculaire est n fois plus grand que pour les corps précédents, n étant le nombre d'ions contenus dans la molécule du sel.

	K_0.		K_0.
ClNa	32,8 = 2.16,4	$SO^4(NH^4)^2$	49,2 = 3.16,4
$ClNH^4$	32,9 = 2.16,5	CO^3Na^2	49,4 = 3.16,5
SO^4Mg	32,9 = 2.16,5	PO^4Na^3	68,0 = 4.17,0
SO^4Cu	32,8 = 2.16,4	$P^2O^7Na^4$	82,0 = 5.16,4
Cl^2Ba	50,0 = 3.16,7	$Fe(CN)^6Na^4$	83,0 = 5.16,6
SO^4Na^2	49,1 = 3.16,4		

Il est nécessaire de rappeler que, dans le cas de la cryoscopie des sels dans l'eau, les courbes $K = f(\Delta)$ se relèvent rapidement ou très rapidement au voisinage de l'axe des K ; par suite seules des expériences de haute précision, effectuées sur des solutions extrêmement diluées, ont permis de vérifier que les abaissements limites des différents sels sont bien entre eux dans des rapports simples ([1]).

La méthode permet de vérifier aisément la formule des sels.

EFFET RAMAN ET CHIMIE. — *Influence des substitutions sur la fréquence des vibrations des composés éthyléniques. Un procédé de classement des radicaux.* Note ([2]) de M. **M. Bourguel**, présentée par M. G. Urbain.

La comparaison des spectres Raman dans une série de composés organiques possédant une même fonction montre qu'à la plupart des groupe-

---

([1]) Voir en particulier les mesures de Bedford (*Proc. Roy. Soc.*, **83**, 1910, p. 459) sur : saccharose; ClK; MnO^4K; SO^4Mg; SO^4Cu; Cl^2Ba; SO^4H^2; $Fe(CN)^6K^3$.

([2]) Séance du 2 mai 1932.

ments fonctionnels sont liées des raies à peu près fixes; leurs petits déplacements sont sous la dépendance de la place de la fonction dans la molécule et des substitutions voisines. La connaissance des lois de ce déplacement serait évidemment précieuse pour la détermination des structures des composés organiques.

J'ai entrepris l'étude de ces lois pour les raies liées à la fonction éthylénique et plus particulièrement pour la raie de la région 1600. Dans une première Note [1], j'ai montré que dans les carbures d'hydrogène, sa fréquence augmente régulièrement si l'on remplace 1, 2, 3 H de l'éthylène par des chaînes hydrocarbonées; et à chaque type d'éthylène substitué correspond une zone de fréquence bien déterminée. De nouvelles expériences sont venues confirmer ces premières données.

Prenant ensuite un type d'éthylénique donné, j'ai cherché l'influence des divers radicaux liés à la double liaison. Cette Note-ci est consacrée aux composés éthyléniques monosubstitués. Le tableau ci-dessous permet de comparer les divers radicaux.

	Bande large forte.	Raie fine assez forte.	Raie fine forte.	Bande assez large forte.	Bande assez large assez forte.
$CH^2=CH-CH^3$ (liquide)	1295	1414	1647	3007	3086
$CH^2=CH-CH^2OH$	1290	1407–1422	1646	3013	3089
$CH^2=CH-CHOH-CH^3$	1287	1410–1423	1646	3014	3089
$CH^2=CH-C^2H^5$ (liquide)	1294	1416	1642	3003	3083
$CH^2=CH-C^3H^7$	1296	1416	1642	3001	3079
$CH^2=CH-C^4H^9$	1295	1416	1642	3002	3076
$CH^2=CH-C^5H^{11}$	1299	1416	1642	3000	3081
$CH^2=CH-C^6H^{13}$	1296	1416	1642	3001	3081
$CH^2=CH-C^7H^{15}$	1306	1416	1642	3003	3081
$CH^2=CH-CH^2-C\equiv C-C^6H^5$	–	1416	1642	–	–
$CH^2=CH-CH^2-C^6H^5$	1296	1413	1640	3006	3067
$CH^2=CH-CH^2Cl$	1291*	1411*	1640*	3022*	3090*
$CH^2=CH-CO^2H$	1281–1295	1397	1638	(?)	3111
$CH^2=CH-CH^2Br$	1295	1409	1635	3011–3022	3089
$CH^2=CH-C^6H^5$	1303 (?)	1413	1631	3011	3064(?)
$CH^2=CH-H$ (liquide)	–	1340*	1620*	3000*	3080*
$CH^2=CH-CHO$	1277	1363	1618	(?)	(?)
$CH^2=CH-Cl$	1271*	1355*	1608*	3036*	3134*
$CH^2=CH-Br$	1251	1369	1598	3013	3076–3103

Seules les déterminations marquées d'un astérisque ont été relevées dans les

[1] BOURGUEL, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 934.

Mémoires d'autres auteurs. Toutes les autres ont été faites en vue de ce travail à l'aide d'un spectrographe dispersif; l'erreur est inférieure à $\pm 1,5^{cm-1}$ pour les raies fines et $\pm 3^{cm-1}$ pour les bandes larges. Les indications placées en haut des colonnes ne sont, bien entendu, que des indications moyennes.

La raie de la région 1600. — De l'avis général, cette raie correspond aux vibrations du groupement $C = C$. C'est pourquoi nous avons classé les radicaux par rapport à elle dans l'ordre des fréquences décroissantes.

On remarquera d'abord que la raie reste à 1642 ± 1 dans tous les carbures aliphatiques (le premier excepté), ainsi que dans les carbures aromatiques à longue chaîne. Cette fixité absolue, malgré les fortes différences de poids du substituant, indique que la double liaison vibre localement sans mettre en mouvement le reste de la molécule. Il doit en être de même quand on remplace un des radicaux C^2H^5, C^3H^7, etc. par un autre. Le déplacement de la raie traduit alors simplement la variation de la force de liaison des carbones doublement liés sous l'influence des substitutions. Il permet, en outre, de mesurer la variation de cette force : la mécanique donne comme fréquence de vibration ν de deux masses m_1, m_2 reliées par une force élastique F proportionnelle au déplacement : $F = fx$

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{f\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)}.$$

Les masses ne changeant pas, d'après ce qui a été dit, la variation relative de la force de liaison est donc double de la variation relative de fréquence.

Comparés aux radicaux C^2H^5, C^3H^7, ..., *qui ont des effets identiques, le radical méthyle, la fonction alcool augmentent la force de liaison. Au contraire, les radicaux ou atomes ordinairement appelés négatifs*, CO^2H, C^6H^5, CHO, Cl, Br *diminuent la force de liaison.* L'influence de ces radicaux se fait encore sentir, mais avec moins d'intensité, lorsqu'ils sont sur le carbone voisin de la double liaison (CH^2Cl, $-CH^2Br$, $-CH^2C^6H^5$). Quand on passe du radical le plus positif (CH^3) à l'atome le plus négatif de ce tableau (Br), la force ne diminue que de 6,1 pour 100 de sa valeur; mais, si faible que soit cette variation dans le passage d'un radical à un autre, elle suffit pour expliquer les phénomènes d'orientation dans les transpositions moléculaires.

On a donc un nouveau procédé de classement des radicaux les uns par rapport aux autres. Pour qu'il ait quelque valeur, il faudra, bien entendu, qu'on retrouve le même classement avec des composés éthyléniques d'autres

types. J'ai déjà fait un grand nombre de déterminations sur des éthylènes di- ou trisubstitués et je retrouve la même influence des radicaux C^6H^5, CHO, Cl, Br par exemple.

MÉTALLURGIE. — *Utilisation des alliages de magnésium (qualités maxima des fabrications et tolérances minima des normes).* Note de MM. **R. de Fleury** et **Benmakrouha**, présentée par M. Mesnager.

Extraites des travaux entrepris sous l'initiative et avec le concours du Service des Recherches de l'Aéronautique, les conclusions peuvent s'appliquer à bien des matériaux. Toutefois, elles présentent un intérêt fondamental pour le magnésium qui est plus sensible que les métaux usuels aux *dépréciations* par refusions successives, inhérentes aux procédés de transformation. C'est d'un problème de stabilité des fabrications qu'il s'agit.

Mesure de la marge de dépréciation. — On appellera marge d'une dépréciation particulière θ après *n refusions totales* d'un alliage le rapport de la chute de telle propriété, requise pour tel emploi, à la valeur qui chiffrait la propriété après celle des premières refusions où elle était portée à son maximum. La propriété requise peut être : la coulabilité C; la limite élastique E; l'allongement A; l'inverse $1/r$ du pourcentage de rebuts à la réception; l'inverse de la teneur $1/t$ en une impureté nuisible..., à volonté. Par exemple :

$$\theta = \frac{C_1 - C_n}{C_1} \quad \text{ou} \quad \theta = \frac{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_n}}{\frac{1}{r_1}}, \ldots.$$

Coefficient de dépréciation élémentaire. — Le coefficient α de la dépréciation élémentaire à chaque fusion ne porte que sur la proportion restée saine du métal et s'ajoute à la somme des dépréciations des fusions précédentes. Noter que la valeur de α permet de classer tel procédé de traitement; elle se calcule au moyen de la relation

$$(1 - \alpha)^n = 1 - \theta. \tag{1}$$

Mise en œuvre nette *et* brute. — On appelle *mise en œuvre brute m* le rapport du chargement de l'appareil de fusion au poids des pièces extraites. Or le chargement doit réintroduire, en fabrication équilibrée, la proportion r du rebut moyen des pièces à la sortie des ateliers, de telle sorte que

la mise en œuvre nette M par rapport aux pièces bonnes peut s'exprimer, aux pertes au feu près, par la relation

$$(2) \qquad M(1 - r) = m.$$

L'apport constant de métal neuf, dans le creuset de capacité 1, remplace le poids des pièces, soit $1/M$ à chaque fusion. L'accumulation de la dépréciation ne porte donc que sur la quantité A du métal récupéré de la fusion précédente, et tel que $A = (1 - 1/M)$. La dépréciation au bout de n refusions suit la loi convergente de récurrence

$$(3) \qquad \tau_n = \frac{\alpha A[1 - A^n(1-\alpha)^n]}{1 - A(1-\alpha)}, \qquad \tau_\infty = \frac{\alpha A}{1 - (1-\alpha)A}.$$

Qualités maxima des fabrications et tolérances minima des normes. — En toute rigueur, un accroissement du taux r des rebuts, par intolérance, entraîne une chute des qualités, d'après la formule (2), et *alors la norme va à l'encontre de son but.* Il y a une valeur de tolérance optimum pour la qualité des fabrications. La valeur de τ pour n infini mesure la *tolérance normale minima* compatible avec chaque fabrication particulière en roulement d'atelier. En fonction de M, la relation (3) peut s'écrire

$$(3') \qquad \tau = \frac{\alpha(M-1)}{M - (1-\alpha)(M-1)}.$$

Cas de deux fabrications simultanées de première et deuxième zone (M_1 et M_2). — Si $M_2 < M_1$, l'amélioration moyenne de la qualité de première zone est évidente. Si cela ne suffit pas à améliorer assez on organisera la production en échelle; on ne réintroduira, en complément du creuset, pour la fonderie de première zone, qu'une fraction du métal déjà refondu, provenant de la mise en œuvre M_1. Cela revient à rétablir l'équilibre amélioré sur la base d'une mise en œuvre fictive $M'_1 < M_1$, le poids produit de pièces de première zone restant égal à $1/M_1$. Mais bien entendu, pour cela il faut que la différence $(M_1 - M'_1)$ de mise en œuvre soit absorbée entièrement dans la fabrication de deuxième zone, c'est-à-dire qu'on en retire un poids de pièces proportionnel à $1/M_2$ et égal à $(1/M'_1 - 1/M_1)\,1/M_2$. Cela pose la condition supplémentaire d'équilibre de quantité, en fonction des pourcentages respectifs λ et $(1 - \lambda)$ des débouchés

$$(4) \qquad \frac{M_1 - M'}{M_2}\lambda = \frac{1}{M_1}(1 - \lambda).$$

Abaques. — Ces formules se prêtent à des abaques simples qui permettent

de chiffrer les *tolérances normales minima* compatibles avec les fabrications et avec les possibilités. Ces abaques ont déjà servi à chiffrer la marge d'amélioration possible à apporter à une fonderie de roues en magnésium pour avions ($M_1 = 3$), par l'adjonction, en échelle de deuxième zone, d'une fabrication de roues de camions ($M_2 = 1,5$).

CHIMIE MINÉRALE. — *Un mode particulier de corrosion des aciers austénitiques au chrome-nickel.* Note de MM. **A. Sanfourche** et **A. Portevin**, présentée par M. H. Le Chatelier.

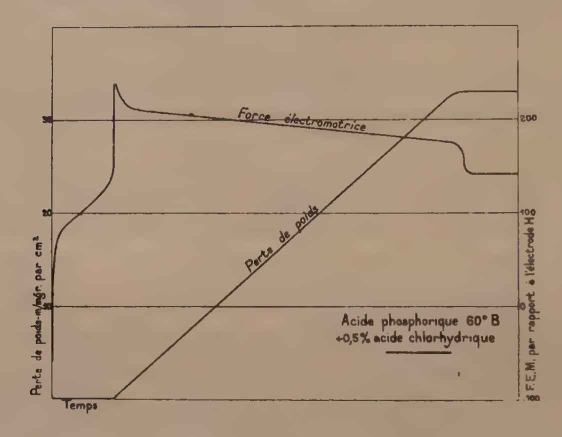
L'acier austénitique du type 18 Cr, 8 Ni, que nous avons montré insensible à l'action de l'acide phosphorique à froid (*Comptes rendus*, 142, 1931, p. 1563, et 143, 1931, p. 53), est rapidement corrodé si cet acide renferme de l'acide chlorhydrique, même à dose très faible; l'étude systématique de l'influence de ce facteur a présenté quelques particularités intéressantes à signaler.

En général, il faut, pour provoquer l'attaque, d'autant moins d'acide chlorhydrique que la solution phosphorique est plus concentrée : c'est ainsi que, dans 100^{cm^3} de solution à 35° Bé, $0^{cm^3},5$ d'acide chlorhydrique suffit à déclencher une réaction qui va s'accélérant et aboutit à la destruction complète de l'alliage. Cette dose ne correspond cependant qu'au rapport très faible $HCl/PO^4H^3 = 1/625$, ce qui montre que l'acide chlorhydrique est constamment libéré des chlorures d'abord formés, par réaction de l'acide phosphorique sur ceux-ci.

Un autre point à mettre en lumière est que si, pour les faibles concentrations d'acide phosphorique (30° Bé), l'état de surface de l'alliage paraît sans influence sur l'attaque, il n'en est plus de même avec l'acide à 53° Bé : c'est ainsi que l'action qui vient d'être exposée se produit sur l'acier préalablement décapé à l'acide chlorhydrique, tandis qu'après un simple nettoyage au sable, on constate une passivité complète que ne font cesser ni une action mécanique (rayures, encoches de lime), ni une action de contact (graphite, platine, alliage déjà corrodé). Si la dose d'acide chlorhydrique est portée à 1^{cm^3} ($HCl/PO^4H^3 = 1/312$) l'attaque a lieu quel que soit l'état de la surface, mais son allure est accélérée après nettoyage au sable, et seulement linéaire après décapage chlorhydrique.

Avec la solution phosphorique à 60° Bé additionnée de $0^{cm^3},5$ d'acide chlorhydrique ($HCl/PO^4H^3 = 1/790$), le phénomène revêt une allure typique

qui nous a incités à en suivre la marche, non seulement par la perte de poids de l'alliage, mais aussi en mesurant sa variation de potentiel par rapport à l'électrode à hydrogène plongée dans le milieu corrodant. On constate trois périodes se succédant avec une rapidité variable : *a.* passivité initiale, marquée par une perte de poids nulle ou insensible, et croissance en valeur absolue de la f. e. m. ; *b.* quand la f. e. m. atteint 0,10 à 0,12 volt, l'attaque se déclenche brusquement et la f. e. m. monte en quelques instants à 0,22-0,24 volt; la perte de poids se maintient sensiblement linéaire, tandis que la f. e. m. baisse rapidement d'abord, puis très lentement; *c.* quand la f. e. m. est descendue vers 0,18-0,19 volt, l'attaque cesse aussi brusquement qu'elle avait commencé, et la f. e. m. tombe à 0,12-0,14 volt pour demeurer stationnaire. La figure montre la succession de ces phéno-



mènes; l'échelle des abscisses n'est pas graduée, parce que la durée varie suivant la préparation de la surface : la passivité du début va de 2 heures au minimum (décapage chlorhydrique) à $6^h,45$ au maximum (sablage); la durée de la période d'attaque, qui s'est étendue de 24 à 40 heures, est sans rapport évident avec l'état initial de la surface, mais la perte de poids horaire en dépend : $0^{mg},55$ par centimètre carré après sablage, $0^{mg},85$ après décapage chlorhydrique. Lorsque la passivité est revenue, la solution fortement colorée en vert renferme un magma cristallin de phosphates insolubles dans l'acide concentré, se dissolvant par addition d'eau; l'alliage est recouvert d'une couche noire de carbure double de fer et de chrome, isolé par suite d'une attaque sélective : en effet, la solution renferme les constituants essentiels de l'alliage dans la proportion de 76 Fe, 14 Ni, 10 Cr, au lieu de 70 Fe, 8 Ni, 21 Cr dans l'acier. C'est à l'isolement de ce carbure que l'on

peut attribuer l'arrêt de l'attaque, et non à l'épuisement de l'acide, car la passivité persiste dans le mélange renouvelé où la f. e. m. se stabilise asymptotiquement vers 0,11, — 0,12 volt; elle cesse au contraire dans le mélange 100^{cm^3} acide phosphorique 53° Bé + 0^{cm^3},5 acide chlorhydrique, qui dissout le carbure double.

Il est à noter que l'interruption de l'attaque, suivie de lavage et séchage de l'échantillon, confère à celui-ci une passivité temporaire de plusieurs heures, de sorte que la courbe de perte de poids en fonction du temps ne peut être tracée au moyen des points fournis par des pesées échelonnées; on doit procéder à autant d'expériences que l'on veut déterminer de points.

En résumé, l'influence de l'état initial, la formation possible d'une pellicule inattaquable dans certaines conditions, la marche différente des phénomènes pour des variations faibles de la composition du réactif, nous ont rendu impossible dans le cas qui nous occupe la définition d'un mode général d'essai qualifiant la résistance à la corrosion; suivant les conditions de l'attaque on peut être conduit à des conclusions opposées concernant la résistance chimique du métal et l'influence de l'état de surface.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la willémite synthétique.*

Note de M. **Adrien Karl**, présentée par M. G. Urbain.

Certaines variétés de willémite (SiO^4Zn^2) sont remarquables par la vive phosphorescence verte qu'elles émettent sous l'action des rayons cathodiques.

Divers essais de synthèse de ce minéral ont été décrits : Ebelmen [1] ne semble pas avoir obtenu ce silicate; par contre, Sainte-Claire Deville a pu reproduire des prismes hexagonaux identiques à ceux de la willémite. Il faisait réagir du fluorure de silicium et de l'acide fluorhydrique sur le zinc ou son oxyde, ou bien encore le fluorure de zinc sur la silice. On ignore si le produit obtenu par Sainte-Claire Deville était susceptible de devenir phosphorescent par les rayons cathodiques.

La willémite naturelle phosphorescente se présente en amas de petits cristaux en forme de prismes rhomboédriques de couleur jaune verdâtre. Son spectre de phosphorescence est continu du jaune au bleu, avec un maximum dans la région du vert.

---

(1) *Comptes rendus*, 57, 1861, p. 1304.

L'analyse au moyen du spectre d'arc ultraviolet révèle dans ce minéral la présence de certaines impuretés, qui jouent vraisemblablement le rôle de phosphorogènes. Ce sont le nickel, qui domine, puis le fer, le cuivre à l'état de traces et le plomb en quantité plus faible encore.

Les études dont la description va suivre ont eu pour but de reproduire la willémite cristallisée, de rechercher les causes de sa phosphorescence, et de réaliser la synthèse du silicate de zinc phosphorescent, tel que celui que l'on rencontre dans la nature.

La willémite peut être obtenue cristallisée en traitant par la vapeur d'eau, à 600°, un mélange de silice finement pulvérisée, de chlorure de sodium et d'un excès de chlorure de zinc, disposé dans une nacelle (1).

L'excès de chlorure de zinc distillé, sa vapeur est entraînée par le courant de vapeur d'eau. Au bout d'une demi-heure, le contenu de la nacelle est entièrement solidifié. Il laisse apparaître une couche superficielle de cristaux, visibles à l'œil nu, et une couche inférieure microcristalline. Le produit est traité par l'eau qui le désagrège et dissout les sels solubles, puis par de l'acide chlorhydrique très dilué qui élimine une petite quantité d'oxychlorure de zinc. La willémite reste finalement.

Le dosage des éléments constituants met en évidence un léger excès de silice, mais il est facile de vérifier par un examen microscopique que celle-ci n'est pas combinée. Elle se présente sous l'aspect de fragments informes, sur lesquels sont implantés des petits cristaux de silicate de zinc.

Ce procédé constitue donc une synthèse de la willémite.

De l'analyse de la willémite naturelle on peut imaginer que sa phosphorescence doit être attribuée à un système de plusieurs phosphorogènes, parmi lesquels le nickel semble jouer un rôle prépondérant.

Pour vérifier cette hypothèse, il était nécessaire d'utiliser des produits très purs, susceptibles de ne fouruir aucune phosphorescence propre.

A cet effet, du nitrate de zinc fut purifié par une série de 400 cristallisations portant sur dix fractions. L'oxyde que donnait le nitrate de tête, par calcination, ne produisait plus qu'une légère cathodo-luminescence. La silice pure fut préparée à partir de $SiCl^4$, purifié par des distillations répétées. Enfin, le NaCl fut traité par des cristallisations successives. L'un et l'autre de ces produits ne montrait pas la moindre phosphorescence cathodique.

(1) Cette méthode s'applique à la synthèse de toute une classe de silicates métalliques.

Les préparations ont été faites dans des nacelles et tubes de quartz chauffés électriquement.

Le silicate de zinc préparé dans ces conditions devrait être exempt de phosphorescence ; cependant on peut observer qu'il émet dans le tube à vide une phosphorescence violette. Ainsi, ce produit paraît être un diluant très sensible, dont la préparation à l'état de grande pureté présente des difficultés et nécessite des soins méticuleux.

Le nickel introduit dans cette substance à des doses comprises entre 1/500e et 1/1000e lui procure une très vive phosphorescence vert émeraude.

Le cuivre, dans des limites qui varient du 1/500e au 1/2000e lui communique une phosphorescence verte, qui devient vert bleuté lorsqu'on augmente le degré de vide ou la puissance de la décharge cathodique

Le mélange de nickel au 1/1000e et de cuivre au 1/4000e produit une phosphorescence verte très brillante qui présente une bande spectrale analogue à celle de la willémite naturelle.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la déshydratation de l'acide niobique.* Note de M. P. Süe, présentée par M. C. Matignon.

Nous avons entrepris une étude systématique de la déshydratation progressive du précipité d'acide niobique obtenu par neutralisation, avec l'acide chlorhydrique, d'une solution alcaline de niobate. Cette solution était préparée en dissolvant dans l'eau le produit de la fusion du mélange contenant 2 parties d'anhydride niobique pour 2,5 parties ou 3 parties de potasse pure.

L'acide hydraté, simplement essoré, dont la composition brute correspond à $Nb^2O^5.58H^2O$ placé dans le vide, au-dessus de potasse solide, perd en 5 à 6 jours son eau d'imbibition, puis à partir de la composition $Nb^2O^5.4H^2O$, il se déshydrate lentement en tendant vers un équilibre voisin de $Nb^2O^5 3H^2O$. Après huit mois de séjour dans le vide, il reste $3.14H^2O$, treize mois plus tard, la diminution de poids n'est que de 0,04 pour 100.

Un deuxième précipité provenant d'une autre préparation se comporte d'une façon semblable. A partir d'un état initial représenté par $Nb^2O^5.85H^2O$, on atteint en 6 à 7 jours une composition voisine de $4H^2O$, puis la déshydratation tend lentement vers $Nb^2O^5.3H^2O$. L'état de la

phase solide après 3 et 21 mois correspond aux formules $Nb^2O^5.3.096H^2O$ et $Nb^2O^5.3.06H^2O$.

Des faits précédents, on ne peut conclure à l'existence certaine des deux hydrates définis $Nb^2O^5.4H^2O$ et $Nb^2O^5.3H^2O$, car cette eau peut être aussi bien de l'eau d'adsorption que de l'eau de constitution; toutefois la double coïncidence des changements du régime de déshydratation à $4H^2O$ et $3H^2O$ ne permet pas d'exclure cette dernière hypothèse.

Nous avons vérifié la réversibilité de la déshydratation. Le système $Nb^2O^5.3,14H^2O$, placé dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, s'hydrate avec une vitesse sensiblement constante jusqu'aux environs de $4H^2O$, composition atteinte en 55 minutes, puis l'hydratation progresse de plus en plus lentement pour conduire à $Nb^2O^5.8,37H^2O$ après 102 heures. Dans le vide, en présence de potasse solide, ce dernier produit se comporte comme la première fois, mais avec une plus grande vitesse de déshydratation; en 59 jours, on obtient un équilibre avec $3,02H^2O$; le système $3,14H^2O$, après une très légère hydratation accidentelle, conduit au même équilibre $3,05H^2O$ en 44,5 heures.

Le changement de vitesse lors de la deuxième déshydratation s'explique par une modification de structure physique ou un vieillissement dû à une lente polymérisation.

De semblables substances rehydratées placées dans le vide sulfurique ou phosphorique ne s'arrêtent plus à la composition de $3H^2O$, mais continuent à perdre l'eau. Après 65 jours, avec l'acide sulfurique, le composé se stabilise vers $2H^2O$ tandis qu'avec l'anhydride phosphorique on atteint $1,7H^2O$ et la réaction continue. En partant de $Nb^2O^5.3,14H^2O$, on arrive, après une même durée de dessiccation, à un résultat semblable avec ces déshydratants acides.

Ces faits ne confirment donc pas l'existence d'un hytrate défini à $3H^2O$; de plus les courbes de déshydratation obtenues avec les acides, n'indiquent aucune particularité susceptible d'en manifester la présence.

La déshydratation a été poursuivie à température constante et à diverses températures. A 100°, on obtient, après 4 mois, un état d'équilibre qui correspondrait à $1H^2O$. Entre 195 et 260°, l'équilibre ne varie pas et reste voisin de $0,60H^2O$. Aux températures comprises entre 400 et 540°, la composition limite est également la même, voisine de $0,33H^2O$.

Le système est divariant si l'eau est de l'eau d'adsorption. La constance de la composition limite dans des intervalles de température assez étendus est en déasccord avec cette divariance, de sorte qu'on peut admettre

comme probable l'existence des hydrates Nb^2O^5, 2/3 H^2O, 1/3 H^2O et peut-être 1 H^2O.

En vue d'apporter quelques éclaircissements sur l'individualité chimique de ces systèmes, on a chauffé isothermiquement l'acide précipité pendant 1 heure, en présence d'un déshydratant P^2O^5, à des températures progressivement croissantes. L'examen de la courbe représentant le poids de l'acide après chaque chauffe, en fonction de la température, donne l'espoir de déceler la formation de ces hydrates soit par des paliers, soit par des points d'inflexion.

L'hydrate Nb^2O^5 1/3 H^2O s'est manifesté nettement sur ces courbes; il semble exister aussi l'hydrate 2/3 H^2O, quoique ce dernier soit beaucoup moins caractérisé.

Au cours de la déshydratation, l'acide niobique modifie sa teinte, il prend une teinte marron très clair ou grise à des températures variables suivant les conditions; au delà, pour les compositions voisines de 0,25 H^2O et audessous, la matière devient jaune citron très clair à chaud, blanche à froid.

Au cours de ce travail MM. Huttig et Köning [1] ont publié une étude sur la déshydratation de l'acide niobique. D'après eux il n'existerait aucun hydrate bien défini; cependant leur courbe paraît bien mettre en évidence un hydrate qui serait sans doute le 0,33 H^2O.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les diarylaryléthinylcarbinols : le phénylparatolylphényléthinylcarbinol*, $C^{22}H^{18}O$ *et le phénylparabromophényléthinylcarbinol*, $C^{21}H^{15}OBr$. Note [2] de M. **Maurice Loury**, présentée par M. Delépine.

Les carbinols arylés acétyléniques du type

$$\begin{matrix}Ar\diagdown \\ Ar\diagup\end{matrix} \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - C \equiv C - Ar$$

ont attiré l'attention des chimistes, ces dernières années, pour les trois motifs principaux suivants :

1° Leurs structures s'apparentent à celle des carbinols générateurs de radicaux libres.

(1) *Zeit. an. Chem.*, **193**, 1930, p. 93.

(2) Séance du 9 mai 1932.

2° Leurs éthers chlorhydriques donnent naissance aux rubrènes ([1]).

3° Ils s'isomérisent aisément en cétones éthyléniques ([2]).

Je me suis attaché à améliorer la technique de production de ces corps en vue d'en obtenir certains qui avaient résisté jusqu'ici aux tentatives de préparation à l'état pur.

Le procédé le plus couramment usité consiste à condenser un dérivé magnésien acétylénique avec une diarylcétone

$$\begin{matrix}Ar\\Ar\end{matrix}\!\!>\!CO + Ar - C \equiv C\,MgX \rightarrow \begin{matrix}Ar\\Ar\end{matrix}\!\!>\!\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - C \equiv C - Ar.$$

Le carbinol ainsi formé se présente parfois sous l'aspect d'une huile, plus ou moins fortement colorée, de grande viscosité, très soluble dans la plupart des solvants organiques, sauf les ligroïnes, peu apte à prendre la forme cristalline. Or, ce produit brut, liquide non purifiable, ne convient pas habituellement à la préparation des rubrènes ([3]) : il est donc très important d'obtenir le carbinol à l'état cristallisé.

On a remarqué que les carbinols les moins enclins à prendre la forme cristalline sont ceux qui proviennent des diarylcétones dissymétriques : $Ar^1 - CO - Ar^2$. C'est ce qui s'est produit pendant longtemps pour le phényl-*p*-tolylphényléthinylcarbinol ([3]), ([4]) :

$$\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3 - C^6H^4\end{matrix}\!\!>\!\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - C \equiv C - C^6H^5.$$

J'ai réussi à faire cristalliser ce corps et par suite à l'obtenir pur. La technique consiste essentiellement à préparer à l'état cristallisé le dérivé magnésien formé par la réaction de condensation. Il est souvent nécessaire, dans ce but, d'utiliser des amorces cristallines de dérivé magnésien provenant d'opérations antérieures où la cristallisation s'est produite spontanément et qui doivent être conservées en tubes scellés sous vide. Par les traitements habituels, on obtient une huile qui manifeste une grande

([1]) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et P. M. Dean, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1440.

([2]) K. Meyer et K. Schuster, *Ber. d. chem. Ges.*, **55**, 1922, p. 819; Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et C. Mackall, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **33**, 1923, p. 934; Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et Blatt, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **35**, 1924, p. 1412; J. Robin, *Ann. Chim.*, 10e série, **16**, 1931, p. 481.

([3]) A. Willemart, *Ann. Chim.*, 10e série, **12**, 1929, p. 378.

([4]) Voir en particulier M. Badoche, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **43**, 1928, p. 337.

paresse à cristalliser, même après amorçage. Cette particularité impose certaines précautions pour la purification, car, en présence de solvant, le corps a tendance à se précipiter en phase liquide, ce qui annule presque totalement l'effet du passage en solution.

On traite l'huile au bain-marie par une quantité de ligroïne (P. E. 75-95°) telle, qu'après retour à la température ordinaire, il n'y ait aucune séparation de liquide. On amorce alors la solution et on la refroidit assez lentement pour qu'à aucun moment n'apparaisse le trouble caractéristique d'une précipitation huileuse. On termine par un séjour de 48 heures à la glacière. Il se produit au bout de ce temps un dépôt abondant de cristaux blancs que l'on essore, lave à l'éther de pétrole, et purifie par de nouvelles cristallisations conduites de la même manière. Les liqueurs mères concentrées donnent une deuxième et même une troisième récolte de cristaux. Le rendement atteint 60 pour 100 du chiffre théorique.

L'analyse et les propriétés du corps montrent qu'on est bien en présence du phényl-*p*-tolylphényléthinylcarbinol qui présente un point de fusion de 55-56°. La même technique, appliquée au produit de la condensation de la *p*-bromobenzophénone avec le bromure de phényléthinylmagnésium, permet d'obtenir à l'état cristallisé le phényl-*p*-bromophénylphényléthinylcarbinol :

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ Br-C^6H^4 \end{matrix}\!\!>\!\underset{\substack{|\\ OH}}{C}-C\equiv C-C^6H^5$$

avec un rendement de 85 pour 100 du chiffre théorique.

Ce carbinol se présente sous l'aspect de cristaux blancs qui, lavés à l'éther de pétrole et purifiés par cristallisations dans la ligroïne, fondent à 110-111°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation d'un nouvel éthylnaphtol.* Note de M. **Georges Lévy**, présentée par M. Delépine.

Dans une Note précédente nous avons indiqué, M. G. Darzens et moi, une nouvelle méthode de préparation des naphtols à partir des tétralones correspondantes [1]. Poursuivant mes recherches sur les dérivés des éthylnaphtalines [2], j'ai appliqué cette méthode à la synthèse d'un éthylnaphtol

---

(1) G. Darzens et G. Lévy, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 181.
(2) G. Lévy, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1397, et **193**, 1931, p. 174.

non encore connu de formule (II) qui a été obtenu à partir de la tétralone de formule (I)

CO; CH—C^2H^5; CH^2; CH^2 → OH; C^2H^5

(I). (II).

On n'avait décrit jusqu'à présent qu'un éthylnaphtol fondant à 98°, obtenu par Marchetti, par fusion alcaline d'un dérivé sulfoné de la β-éthylnaphtaline ([1]). Toutefois, la constitution de ce dérivé n'a pas été précisée.

La tétralone (I) a été obtenue par cyclisation, sous l'action du chlorure d'aluminium, du chlorure de l'acide α-éthyl-γ-phénylbutyrique suivant la réaction classique

Cl—CO; H; α CH—C^2H^5; γ; CH^2; CH^2 → CO; CH—C^2H^5; CH^2; CH^2 + ClH

Quant à l'acide α-éthyl-γ-phénylbutyrique, il a été préparé par synthèse malonique au départ de l'éther β-(phényléthyl)-malonique qui a été successivement éthylé, saponifié, puis décomposé par perte de CO^2 suivant le schéma

$CO^2C^2H^5$ $CO^2C^2H^5$; CH; CH^2; CH^2 → $CO^2C^2H^5$ $CO^2C^2H^5$; C—C^2H^5; CH^2; CH^2 → CO^2H; CH—C^2H^5; CH^2; CH^2

L'ensemble de ces réactions a été réalisé de la manière suivante :

1° Sur une molécule de β-(phényléthyl)-malonate d'éthyle sodé

$$C^6H^5-CH^2-CH^2-CNa(CO^2C^2H^5)^2$$

on fait réagir un excès de bromure d'éthyle; on obtient l'éther éthyl-β-(phényléthyl)-malonique

$$C^6H^5-CH^2-CH^2-\underset{\displaystyle C^2H^5}{\underset{|}{C}}=(CO^2C^2H^5)^2,$$

qui bout à 151° sous 2^{mm}. Le rendement est de 85 pour 100.

([1]) MARCHETTI, *Gazetta chimica italiana*, 11, 1881, p. 442.

2° En le saponifiant par la potasse en solution hydro-alcoolique, on obtient facilement l'acide malonique correspondant qui fond à 129° (après cristallisation dans la benzine, puis dans l'acide acétique).

Cet acide se décompose à partir de 160°, rapidement à 180°, et donne l'acide α-éthyl-γ-phénylbutyrique

$$C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle C^2H^5}{\underset{|}{CH}} - CO^2H.$$

Le rendement est théorique.

L'acide α-éthyl-γ-phénylbutyrique bout à 180° sous 16mm; c'est un liquide huileux, qu'on peut caractériser par son amide cristallisée en fines aiguilles fondant à 104°.

Traité par le chlorure de thionyle, il donne le chlorure d'acide bouillant à 142° sous 15mm.

3° Une molécule de ce chlorure diluée dans 400g d'essence de pétrole hydrogénée est versée sur 133g,5 de chlorure d'aluminium anhydre recouvert d'essence de pétrole. La réaction est vive et accompagnée d'un violent dégagement de ClH.

Le complexe avec Cl^3Al se liquéfie; on reprend par l'eau glacée, la solution dans l'essence est lavée puis évaporée.

On obtient l'éthyltétralone I, liquide d'odeur agréable, bouillant à 145° sous 15mm. La semi-carbazone cristallisée dans l'alcool méthylique fond à 207°,5 (corrigé).

4° Cette tétralone, traitée par le sélénium pendant 10 heures à 330° (température du bain), suivant la technique indiquée dans la Note déjà mentionnée, nous a donné le naphtol cherché.

Après cristallisation dans l'alcool, on l'obtient en fines aiguilles blanches fondant à 68-68°,5. Son picrate rouge brique fond à 118°,5.

La constitution de ce nouvel éthylnaphtol est fixée sans aucun doute par la méthode de synthèse employée; par suite, on peut affirmer que celle de l'éthylnaphtol préparé par Marchetti est différente.

Nous continuons d'ailleurs l'étude des éthylnaphtols isomères.

LITHOLOGIE. — *Les gabbro-diabases à hortonolite de la formation trappéenne de Sibérie*. Note (1) de M. F. **Loewinson-Lessing**.

Les roches éruptives basiques, connues sous le nom de « trapp sibérien » (voir la carte géologique de la Sibérie), affleurent sur une superficie énorme d'un million et demi de kilomètres carrés entre le Jenissej et la Léna, depuis la mer Polaire jusqu'au delà du chemin de fer de Sibérie. Ce sont tantôt des nappes intrusives, des sills, tantôt des épanchements en masse, souvent accompagnés de tufs, mais sans vestiges de volcans propre-

(1) Séance du 25 avril 1932.

ment dits. J'ai eu l'occasion de visiter, pendant l'été 1931, les affleurements de ces roches trappéennes dans la région des rapides de l'Angara et, avec M. A. Ginsberg et M. Dilaktorsky, ceux des alentours de Touloun, Nijné-Oudinsk et Oukovskoje attenant au chemin de fer de la Sibérie. Ici comme là ce sont exclusivement des nappes intrusives, le faciès effusif y fait défaut. Aux points de vue de leur composition minéralogique et chimique les roches que nous avons pu étudier et qui se répètent, paraît-il, sur une grande étendue, présentent un type nouveau, qui mérite une attention spéciale.

La structure est généralement ophitique, les minéraux constituants sont le labrador, un pyroxène augitique, le péridot et la titano-magnétite; la teneur en silice est environ 48 pour 100 et dans un cas exceptionnel 51 pour 100. En somme, ce sont, d'après ma terminologie, des gabbro-diabases ou, selon M. A. Lacroix, des gabbros ophitiques de grain moyen, mais des gabbro-diabases particuliers. La structure ophitique présente plusieurs variétés; outre le type ophitique normal, banal, on distingue une variété pœcilo-ophitique, une autre ophitique intersertale, une variété taxitique extrêmement intéressante, où l'on observe dans la même plaque mince une alternance de parties franchement ophitiques, composées de pyroxène et de feldspaths, et de parties grenues, composées de feldspaths et de péridot. Le feldspath est un plagioclase de la série du labrador, avec environ 70 pour 100 d'anorthite dans certains cas et environ 55 pour 100 dans d'autres. Le pyroxène, qui a été étudié en détail par M. Dilaktorsky, rentre dans le type pigeonite. Le péridot est surtout intéressant, parce que ce n'est pas de l'olivine; la couleur jaune verdâtre, en plaques minces, faisant soupçonner que c'est de la hortonolite (ou peut-être une hyalosidérite très ferrugineuse), M. Dilaktorsky a étudié ce péridot et obtenu les constantes que voici : $2V = -74$ à 72 (autour de n_p); $N_m = 1.769 \pm 0{,}005$; $n_g - n_p = 0{,}36$.

L'analyse chimique, faite par Mlle Stoukalova, a donné (y compris une quantité minime de CaO) :

$$Fe^2SiO^4 : Mg^2SiO^4 = 55 \text{ pour } 100 : 45 \text{ pour } 100.$$

Ce péridot est donc réellement une hortonolite et nous pouvons appeler nos roches *gabbrodiabases à hortonolite*.

Certaines particularités de la composition chimique confirment l'originalité de ce type de gabbro-diabase, d'aspect uniforme sur une grande étendue. Voici la composition chimique et les paramètres magmatiques de

plusieurs échantillons provenant de localités très éloignées les unes des autres :

	1.	2.	3.	4.
SiO^2	48,12	47,78	48,76	48,70
TiO^2	1,79	1,67	2,00	2,02
Al^2O^3	14,26	16,35	15,12	15,25
Fe^2O^3	1,01	1,50	1,47	3,10
Cr^2O^3	0,02	–	–	–
FeO	12,61	11,29	12,24	10,70
MnO	–	0,22	0,08	0,09
MgO	7,75	6,93	5,22	4,70
CaO	9,68	9,79	10,14	10,32
Na^2O	2,27	2,37	2,36	2,60
K^2O	0,62	0,64	0,72	0,74
H^2O	–	–	0,70	0,54
Perte p. calc.	1,78	1,61	1,27	1,36
P^2O^5	–	–	0,21	0,25
	99,91	100,15	100,29	100,37
$\overline{RO} : SiO^2$	4 : 5,49	3,28 : 4,69	3,3 : 5,1	2,93 : 4,80
$R^2O : RO$	1 : 12	1 : 10	1 : 10	1 : 9,3
α (coefficient d'acidité)	1,56	1,49	1,61	1,61

1. Nijne-Oudinsk, mont Vosnesenskaïa (n° 16).
2. Cataracte de l'Ouk, non loin de l'embouchure (n° 24).
3. Rapide de Padounsk sur l'Angara (n° 48).
4. Village Pouchkino sur l'Ouda, au sud du chemin de fer (n° 94).

Les analyses 1 et 2 ont été faites par M. Egoroff, 3 et 4 par Mlle Moleva.

La teneur en silice rapproche ces roches du type moyen de gabbro, le coefficient d'acidité ($\alpha = 1,59$), du type de basalte ($\alpha = 1,6$). La teneur en FeO (10,79-17,80 pour 100) plaide en faveur du type de basalte des plateaux selon Washington, mais est même plus élevée que dans celui-ci (nos trapps, 12 pour 100 en moyenne; les basaltes, 6,3 pour 100; les basaltes du plateau de Dekkan, 10,3 pour 100), la teneur en monoxydes ($\overline{RO}$) et spécialement en FeO leur assigne une place à part.

En résumé, ces gabbro-diabases à hortonolite, qui ne manifestent aucune différenciation, doivent être considérées comme des basaltes des plateaux intrusifs, c'est-à-dire comme le faciès intrusif du magma basaltique non modifié, tandis que les gabbros ordinaires s'en éloignent plus ou moins.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques en Asie Mineure : Le Trias de la région d'Angora.* Note de M. E. Chaput, présentée par M. Ch. Jacob.

Le massif de l'Elma Dagh, au Sud-Est d'Angora, comprend, outre les terrains paléozoïques dont il a été question dans une Note antérieure ([1]), des calcaires ordinairement gris ou bleutés, plus ou moins foncés, fortement recristallisés et passant alors à des marbres. Au cours d'explorations récentes, j'ai reconnu d'abord ([2]) que ces calcaires étaient discordants sur leur soubassement et qu'ils affleuraient suivant des bandes synclinales, laminées, dirigées sommairement vers le Nord-Est; j'ai admis qu'ils étaient mésozoïques, le soubassement étant supposé paléozoïque. Plus récemment ces attributions ont été précisées; l'âge permien d'une partie au moins du soubassement a été reconnu ([3]); en outre les calcaires-marbres discordants ont fourni, en quelques points, des fossiles triasiques :

1° A 3-4^{km} au Nord-Est d'Angora, un lambeau isolé de calcaires très recristallisés, reposant sur un soubassement de schistes et de grès, renferme, dans les parties les mieux conservées, un certain nombre de Gastropodes. Ce sont, d'après les déterminations de Mme E. Chaput :

Omphaloptycha angulata Stopp., *Omphaloptycha Escheri* Hoernes, *Omphaloptycha turris* Stopp. var. *antizonata*, *Undularia* (*Toxoconcha*) *telescopia* (Böhm) Kittl, *Undularia* (*Toxoconcha*) *Brocchii* Stopp., *Undularia* (*Orthostomia*) cf. *Ambrosinii* Stopp., *Cœlochrysalis Lepsii* Böhm, *Spirochrysalis* cf. *nympha* Münster var. *pyramidalis*, *Trypanostylus* cf. *Konincki* Münster, *Eustylus aequalis* Böhm, *Trachybembix* sp., *Omphaloptycha* [*Cœlostylina* (*Gradiella*)] cf. *fedaïna* Kittl, *Worthenia* sp.

Cette faune, où les Cœlostylinidés jouent un rôle prépondérant, est tout à fait comparable à celle du Trias moyen de Lombardie (Ladinien d'Esino, de la Marmolata). En outre les calcaires d'Angora renferment des Algues; Mlle Pfender y a reconnu *Macroporella dinarica* Von Pia, espèce trouvée d'abord dans le Trias moyen de Dalmatie.

2° A 10-12^{km} à l'Est-Sud-Est d'Angora, sur le versant de la vallée de

---

([1]) E. Chaput, *Observations géologiques en Asie Mineure : Les terrains à Fusulinidés* (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1592).

([2]) E. Chaput, *Carte géologique de la région d'Angora au 1/135000e avec légende, Université de Stamboul* 1930-1931. *Esquisse de l'évolution tectonique de la Turquie, Université de Stamboul*, 1931.

([3]) Voir la Note citée ci-dessus.

Kayash, on observe, sur une centaine de mètres d'épaisseur, la succession suivante :

a. A la base, des calcaires broyés, reposant sur des schistes assez cristallins également broyés; ces calcaires contiennent de petits nodules, analogues, d'après Mlle Pfender, à *Sphærocodium Bornemanni* Rothpletz et aux « *Evinospongia* » de Stoppani, formes assez répandues dans le Trias des Alpes Orientales, surtout en Lombardie.

b. Plus haut, des roches verdâtres ou bleutées, que M. Albert Michel-Lévy a déterminées comme tufs volcaniques broyés; on y trouve des projections volcaniques fines et des fragments basaltiques réunis par un ciment calcaire.

c. Plus haut encore, des calcaires gréseux renferment des lits interstratifiés de débris volcaniques que M. Michel-Lévy a reconnus comme identiques aux précédents. Les calcaires de cette assise sont semblables à ceux de la base de la série, mais ils sont très recristallisés et ne paraissent pas fossilifères.

Il est probable que toute la série précédente est triasique, les tufs éruptifs de Kayash étant alors sensiblement contemporains des laves et tufs balsatiques du Trias moyen du Tyrol méridional.

Les indications précédentes montrent l'importance du Trias dans l'Anatolie Centrale, où il était inconnu jusqu'ici. Une partie des calcaires et des marbres qui affleurent fréquemment dans les chaînes séparant les bassins néogènes anatoliens doit sans doute être triasique. On peut insister aussi sur le caractère littoral (faciès à Algues calcaires, avec nombreux Gastropodes) et en grande partie volcanique du Trias d'Angora; quelques gisements de calcaires à Diplopores signalés dans l'Ouest de l'Asie Mineure permettraient peut-être de relier le Trias de l'Anatolie Centrale à celui de la Grèce moyenne.

Dans le Nord-Ouest de l'Anatolie (golfe d'Ismidt), le Trias comprend des faciès assez différents de ceux de la région d'Angora, en particulier des faciès pélagiques à nombreux Céphalopodes. Le Trias asiatique à l'Est de l'Anatolie semble aussi assez différent du Trias d'Angora; on y connaît des faciès pélagiques à Céphalopodes, aussi bien dans l'aile Nord que dans l'aile Sud des plissements alpins.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de Lépidocyclines dans l'Éocène, et sur leurs rapports avec les Lépidorbitoïdes.* Note [1] de Mlle **Elisabeth David**, présentée par M. H. Douvillé.

On a découvert dans l'isthme de Panama de toutes petites Lépidocyclines éocènes; M. H. Douvillé a bien voulu m'en communiquer des échantillons envoyés à la collection de l'École des Mines par M. Hans, E. Thalmann, et dont la provenance est ainsi indiquée : Gevaerts, 13408 et 13410 El Sopo, Tab. On peut y distinguer deux sortes d'individus : les uns tout petits, inermes, de 1^{mm} de diamètre environ, les autres atteignant $2^{mm},5$ présentent quelques piliers polygonaux aux points de rencontre des cloisons des chambres latérales. Ils appartiennent tous deux à l'espèce *Isolepidina Canellei*, Lem. et Douv., qui a déjà été signalée, entre autres points, dans les gisements éocènes de Bohio, de Culebra, et de l'île de la Trinité. Ce serait la plus primitive des Lépidocyclines, et les échantillons que j'ai étudiés présentent bien la variabilité de caractères des espèces qui ne sont pas encore fixées.

M. H. Douvillé a émis autrefois [2] l'opinion que, par un retour à des caractères anciens, les Lépidocyclines étaient nées des Orthophragmines, elles-mêmes dérivant des Lépidorbitoïdes crétacés. MM. Prever et Silvestri, au contraire [3], se basant sur les ressemblances qui existent entre les *Lepidorbitoïdes socialis* et les Lépidocyclines, admettent que la descendance est directe, ou même qu'il y a identité entre ces deux genres. Cette hypothèse serait appuyée, jusqu'à un certain point, par la présence de Lépidocyclines dans l'Éocène. Mais, si l'on considère attentivement les Lépidorbitoïdes, on voit qu'ils présentent des caractères tout à fait différents des Lépidocyclines, et même de tous les autres Orbitoïdes; la comparaison avec *I. Canellei* ne fait en réalité ressortir aucun caractère de parenté nouveau.

M. Prever observe que le passage de la maille arrondie à la maille hexagonale est insensible, et c'est exact : la gouttelette de protoplasme qui lui a donné naissance est arrondie dans les deux cas (*fig.* 1 *a* et 2 *a*); mais, ce qui

---

(1) Séance du 9 mai 1932.

(2) *Comptes rendus*, **161**, 1915, p. 724.

(3) Prever, *Riv. It. Paleont.*, **10**, 1904, p. 120; Silvestri, *Atti del Pont. Acc. Rom. Nuov. Linc.*, **59**, 1906, p. 161.

est beaucoup plus important, dans les Orbitoïdes, la continuité du protoplasme à travers la coquille est assurée par des pores, sauf dans le plan équatorial où chaque logette est percée, à droite et à gauche, de deux rangées de perforations, tandis que dans les Lépidorbitoïdes, on ne trouve pas ces perforations, mais seulement des pores, dans la paroi des logettes, comme dans leur toit.

Il est vrai aussi que l'embryon de *L. socialis* pourrait être considéré comme réniforme, disposition qui rappelle celle de deux sous-genres de Lépidocyclines (*fig.* 3); mais ce ne sont pas les sous-genres les plus primitifs, et *L. Canellei* a typiquement un embryon du type iso (*fig.* 2*b*). De

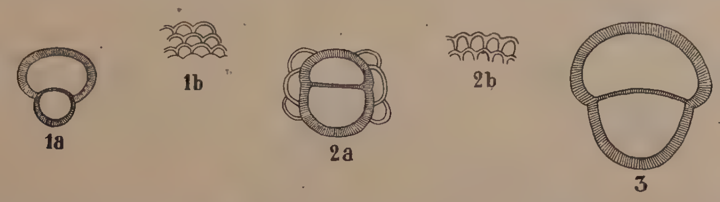


Fig. 1. — *Lepidorbitoides socialis* : *a*, logettes; *b*, embryon. Fig. 2. — *Isclepidina Canellei* *a*, logettes; *b*, embryon. Fig. 3. — Embryon réniforme des Amphilepidines et des Nephrolepidines. Toutes ces figures sont grossies environ 30 fois.

plus, dans toutes les Lépidocyclines, comme dans les Orbitoïdes s. s. on voit qu'il y a eu un début de caryocinèse ([1]) et que la nucléoconque est divisée par des cloisons minces en deux ou plusieurs *cellules*. L'animal est donc un vrai Métazoaire. *L. socialis* au contraire, présente une nucléoconque monocellulaire formée de deux loges bien distinctes, mais successives; il ne paraît pas y avoir eu de division du noyau (*fig.* 1*b*). Cette même disposition se retrouve dans l'embryon des Orthophragmines, et c'est de ce dernier genre seulement qu'on peut rapprocher les Lépidorbitoïdes, bien que la différence dans le mode de communication des logettes reste capital.

Mais on ne peut les relier aux Lépidocyclines : toutes les ressemblances qui ont été invoquées entre ces deux genres portent en effet sur la forme générale de la coquille, or celle-ci dépend surtout des conditions de vie, et l'on voit des Foraminifères, aussi différents du groupe qui nous occupe que les Orbitolites, avoir des logettes arrondies et changer leur accroissement spiral en un accroissement annulaire, suivant ainsi une évolution comparable à celle des Orbitoïdes. C'est au contraire sur la structure du test et son mode initial de développement qu'il faut établir des liens de parenté,

([1]) H. Douvillé, *Comptes rendus*, 161, 1915, p. 665.

car ils sont propres à l'animal; leur comparaison doit faire considérer les Lépidorbitoïdes et les Lépidocyclines comme deux groupes bien distincts et leurs ressemblances comme dues à un simple phénomène de convergence sous l'action de deux habitats comparables.

PHYSIOLOGIE. — *Loi de la sécrétion rénale.*
Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. d'Arsonval.

1. *Principe.* — La sécrétion des reins est, d'abord, produite par le travail des glomérules, tout comme la sécrétion sudorale. L'essence de ce travail est une *distillation d'eau* par accroissement de chaleur interne, et les reins assurent une fonction de défense. Ici, organes mésodermiques, ils éliminent les déchets toxiques (*urée*) du métabolisme. Là, par sueur (S) et transpiration pulmonaire (P), la *fonction hydrothermique* protège le système nerveux, et les organes nobles de l'ectoderme, contre « la chaleur inutile » dont elle dissipe les deux tiers [1].

2. *Expériences.* — 1° Sujet adulte de 72^{kg}, alimenté de façon invariable. Nous publierons ailleurs la courbe de sa sécrétion rénale et les influences qui la modifient. Retenons seulement que de 3^h à $4^h 15'$ de l'après-midi, c'est-à-dire en 75 *minutes*, il fournit 84^{cm^3} *d'urine en moyenne*, et dans une salle à 19°, l'homme observant le repos.

Exposons-le à la chaleur d'un radiateur électrique pendant 15 minutes; dans les mêmes conditions, un ballon d'eau de 1 litre offrant une surface de 81^{cm^2} reçoit 7,50 calories. On exposait la région lombaire sur 400^{cm^2}, et on lui donnait ainsi : $400/81 \times 7,5 = 37$ calories.

L'urine recueillie en 75 minutes (de 3^h à $4^h 15^m$) subit une diminution de 23^{cm^3}. Dans notre hypothèse de la distillation, c'est une économie de

$$23 \times 0,592 = 13^{cal},60,$$

en prenant $0^{cal},592$ pour chaleur de vaporisation.

Donc, la sécrétion de l'urine dépense

$$\frac{13,60}{37} = 36,7 \text{ pour 100 de la chaleur métabolisée.}$$

2° Dans une autre expérience, on donne 50^{cal} en 20 minutes, et l'on

[1] Voir Jules Amar, *Sur le coefficient hydrothermique* (*Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 484 et 1382).

recueille 52^{cm^3} d'urine, soit une économie de 32^{cm^3} ou

$$32 \times 0,592 = 18^{cal},94.$$

Le rapport est ici de

$$\frac{18,94}{50} = 37,88 \text{ pour } 100.$$

Nous mentionnerons aussi les expériences américaines où l'on a, plus exactement que dans les nôtres :

Au repos :

$$Q = 2397^{cal}, \qquad P = 1422^{g} \text{ (poids des urines)}.$$

Ce qui conduit à

$$\frac{1422}{1,02} \times 0,592 = 825,3^{cal},$$

1,02 étant la densité du liquide. Le rapport, que nous désignerons du nom de *coefficient urothermique* U, sera

$$\frac{825,3}{2397} = 34,4 \text{ pour } 100.$$

Au travail :

$$Q' = 5176^{cal}, \qquad \mathfrak{T} = 604^{cal}, \qquad P = 2402^{g}.$$

Le calcul donne

$$U' = \frac{2355 \times 0,592}{5176 - 604} = 30,4 \text{ pour } 100,$$

en déduisant de Q' l'énergie de travail $\mathfrak{T}$ ou 604^{cal} (1).

3. *Le coefficient urothermique.* — La moyenne des résultats assigne la valeur 33 pour 100 ou *un tiers* de la chaleur disponible au coefficient urothermique U. Le glomérule de Malpighi vaporise l'eau prise au sang des capillaires en dépensant une quantité de chaleur qui se retrouvera dans la condensation à travers les tubes urinifères. *Son rôle est aquipare*, réalisant une *sudation interne* à composition constante; tandis que les tubes ont un rôle glandulaire et osmotique qui rend si variable la composition des urines et leur quantité (*diurèse*).

Le minimum de sécrétion rénale a lieu au repos et à la neutralité thermique, quand on a $Q = 1200^{cal}$ environ; d'où : $U = 400^{cal}$ ou 675^{g} par jour.

4. *Conséquences et formules.* — Rapprochons le coefficient urothermique du coefficient hydrothermique P + S, afin d'en déduire quelques enseignements. On sait que $P + S = 2/3(Q - R)$ et $U = 1/3\,Q$, ceci au repos.

---

(1) Voir notre *Moteur humain*, p. 216 et 222. On a divisé 2402 par 1,02 pour avoir 2355^{cm^3}.

L'eau totale éliminée sera

$$E = P + S + U = (Q - R) + 1/3 R.$$

Cette relation montre que, si la température vient à changer, le terme $(Q - R)$ demeure invariable (*loi des surfaces*), alors que le second terme change. Par le froid, notamment, R augmente, et c'est la sécrétion urinaire qui s'élève. Comme nous l'avons établi, le froid diminue la sudation en augmentant la transpiration pulmonaire $(P = 1/9\, Q)$, et l'accroissement des échanges qu'il produit entraîne celui de la sécrétion rénale.

En faisant seulement la somme $U + S$, on trouve

$$U + S = (Q - R) + 1/3 R - 1/9 Q = 8/9 (Q - R) + 2/9 R.$$

Il est clair que cette somme varie avec la température, suivant le terme R, et qu'il n'existe pas de « balancement » réno-cutané, comme on l'affirme depuis Claude Bernard, sans preuves sérieuses. La compensation a lieu uniquement entre peau et poumons, d'où la *polypnée* de Richet. Mais le taux des urines se règle sur l'énergie des oxydations, après déduction du travail $\mathfrak{T}$ s'il y en a. De la sorte on comprend l'influence de ce travail, de l'âge, du milieu ambiant, de la digestion, des « diurétiques » et d'un certain nombre de maladies. On y reviendra.

Le « balancement » n'existe pas, non plus, dans le cas de travail musculaire, lequel élève la sudation et la sécrétion rénale. On a

$$S' + U' = Q' - R - \mathfrak{T} + 1/3 R - 1/9 Q' \quad \text{ou} \quad 8/9 (Q' - R) - \mathfrak{T} + 2/9 R.$$

comportant les enseignements précédents.

PHYSIOLOGIE. — *Efficacité comparée des ondes cunéiformes de seconde espèce et des décharges de condensateurs, à intensité initiale égale.* Note de MM. **Philippe Fabre** et **Pierre F. Quesnoy**, présentée par M. d'Arsonval.

Les ondes cunéiformes de seconde espèce sont constituées par un courant brusquement admis dans un nerf et qui, dès cette admission, décroît linéairement avec le temps. L'un de nous a décrit un montage à condensateur et kenotron capable de les engendrer régulièrement [1].

---

[1] Ph. Fabre, *C. R. Soc. Biol.*, 104, 1930, p. 1298.

La décharge s'opère en faisant basculer un brûleur à ultraviolet, qui fonctionne ici comme clef à contact de mercure dans le vide.

La résistance en série avec le nerf est du type à dépôt cathodique dans le vide : 382000 ohms.

L'intensité du courant traversant le nerf est réglée par une résistance r en dérivation entre les électrodes excitatrices (boîtes à 3 décades à très faible self et capacité répartie).

Les expériences ont porté sur le sciatique gastrocnémien de la grenouille. Elles ont été renouvelées un très grand nombre de fois en raison du caractère inattendu des résultats.

La comparaison des ondes cunéiformes et des ondes exponentielles (décharge de condensateurs) est rendue rapide par le jeu d'un inverseur, la même clef, les mêmes résistances, les mêmes batteries de charge (480 volts) restant en service.

1° Nous avons d'abord recherché s'il existe un rapport constant entre la durée T de l'onde cunéiforme et la constante de temps t de la décharge de condensateur, réalisant l'une et l'autre la même excitation liminaire, à partir de la même intensité initiale.

L'expérience nous a montré que T/t dépend essentiellement de la brièveté plus ou moins grande des décharges.

Nous avons sur chaque nerf éprouvé successivement les décharges de neuf condensateurs étalonnés C; de capacités graduellement croissantes. Pour chacun d'eux la résistance série restait constante (382000 ohms), invariable aussi le voltage de charge ($V = 480$ volts).

Nous ajustions chaque fois la résistance de dérivation r à la valeur (centaine d'ohms) rendant liminaire l'excitation due à la décharge du condensateur actuel C. Sans modifier désormais r, nous passions à l'excitation par ondes cunéiformes : décharge d'un condensateur D dans un kenotron. L'identité des résistances et du voltage de charge assurait bien aux intensités initiales la même valeur.

La pente de l'onde cunéiforme, capable de reproduire le seuil de l'excitation, était cherchée en agissant seulement sur l'intensité I du courant de saturation dans le kenotron.

La durée T de l'onde cunéiforme s'obtient alors par la formule

$$T = \frac{D \times V}{I}.$$

Le tableau suivant donne la valeur des rapports T/t pour la série des condensateurs étalonnés C (en microfarads) :

C.....	567	—1068	—1260	—1480	—2000	—2367	—3068	—4000	—7000
T/t...	1,84	—1,7	—1,65	—1,61	—1,52	—1,45	—1,36	—1,27	—1,15

Si l'on porte C en abscisses, T/t en ordonnées, les points figuratifs s'alignent régulièrement sur une courbe asymptote à un axe horizontal d'ordonnée égale à l'unité. Elle s'élève quand C diminue; extrapolée vers les petites valeurs de C, elle rencontre l'axe des ordonnées au point de cote 2. La courbe tourne sa concavité vers le haut et ressemble à un arc d'exponentielle.

2° Pour substituer, dans la pratique courante des recherches de chronaxie, la méthode actuelle à celle des décharges de condensateurs, il convient de savoir quelle est la valeur particulière de T/t, lorsque t représente précisément la constante de temps qui donne la chronaxie usuelle θ ($\theta = 0,37 \times t$).

Le montage précédent peut convenir à condition qu'on dispose d'une capacité variable C assez faible (2/1000 μf) à cadran très exactement étalonné.

Nous avons préféré mesurer les durées chronaxiques T et t, avec des résistances différentes, un inverseur permettant le passage rapide d'un montage à l'autre.

La constante de temps par décharge de condensateurs (boîte à 3 décades) était obtenue au moyen du montage de Lapicque, du type à deux ruptures de circuits.

Les résistances (série et dérivation) à dépôt cathodique assuraient à l'ensemble une valeur de 14286 ohms. La capacité chronaxique trouvée fut de 46/1000e de microfarad. D'où, pour t,

$$t = 6,57 . 10^{-4} \text{ sec.}$$

La durée de l'onde cunéiforme donnant le seuil après doublage du voltage rhéobasique (ici 2×200 volts) était recherchée avec le montage plus haut décrit (1°). Elle fut trouvée

$$T = 10,6 . 10^{-4} \text{ sec.}$$

On en conclut

$$\frac{T}{t} = \frac{10,6}{6,57} = 1,6.$$

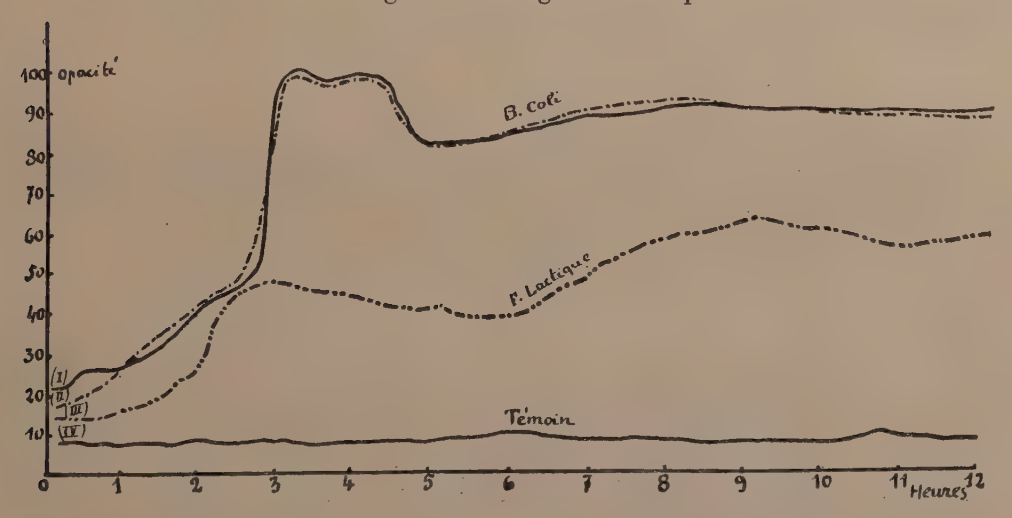
Cette valeur est exacte, à quelques centièmes près, comme il résulte de nombreuses déterminations identiques.

Il nous restera à montrer les conséquences assez imprévues des résultats numériques actuels, concernant la durée d'efficacité des décharges de condensateurs et, par suite aussi, les théories de l'excitabilité dans le temps.

BACTÉRIOLOGIE. — *Une nouvelle méthode d'étude de la multiplication microbienne.* Note de M. **Michel Faguet**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une précédente Note, une nouvelle méthode d'étude de la multiplication microbienne a été décrite [1] au sujet du développement d'une culture de *B. coli*.

Cette méthode a l'avantage de renseigner à chaque instant sur la crois-



sance du microbe considéré. Elle utilise les propriétés des cellules photoélectriques, chez lesquelles il existe un rapport sensiblement constant entre l'intensité lumineuse et le courant développé [2].

Le *B. coli*, microbe mobile, donnant des émulsions homogènes, a été d'abord utilisé. La courbe de multiplication microbienne qui a été déjà

---

(1) Michel Faguet, *Contribution à l'étude de la multiplication microbienne* (B. coli) (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1027).

(2) L'appareil utilisé est un *microbiophotomètre*.

donnée dans une précédente Note [1] a toujours été retrouvée en opérant dans les mêmes conditions. La figure ci-dessus montre qu'elles sont superposables (I et II).

On peut donc dire que :

Dans les mêmes conditions expérimentales, un microbe d'espèce déterminée donne toujours la même courbe de croissance.

D'autre part divers microbes ont été étudiés, notamment un ferment lactique dont la courbe est en pointillé sur la figure (III).

Les courbes obtenues diffèrent de celles obtenues avec le *Bacterium coli.*

Puisque d'autre part le même microbe donne la même courbe, il semble donc que l'on puisse affirmer que :

Chacune de ces courbes soit spécifique pour un microbe déterminé.

La courbe (IV), presque horizontale, représente l'inscription pendant 12 heures de l'intensité du courant de la cellule en utilisant un bouillon aseptique. L'étuve était réglée à 37°.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Essais de sérothérapie curative du typhus exanthématique par voie méningée.* Note de M. **Paul Durand**, présentée par M. Charles Nicolle.

Le sérum de convalescents de typhus, pleinement capable de prévenir l'infection chez l'homme ou l'animal (Ch. Nicolle et E. Conseil), se montre dépourvu d'activité notable quand on l'utilise, par voie sous-cutanée, même à fortes doses contre la maladie déclarée.

L'origine nerveuse de la plupart des symptômes du typhus, la constance et la prédominance des lésions microscopiques dans le cerveau de l'homme aussi bien que dans celui du cobaye, l'abondance du virus dans l'encéphale, justifiaient l'essai d'une sérothérapie par voie méningée.

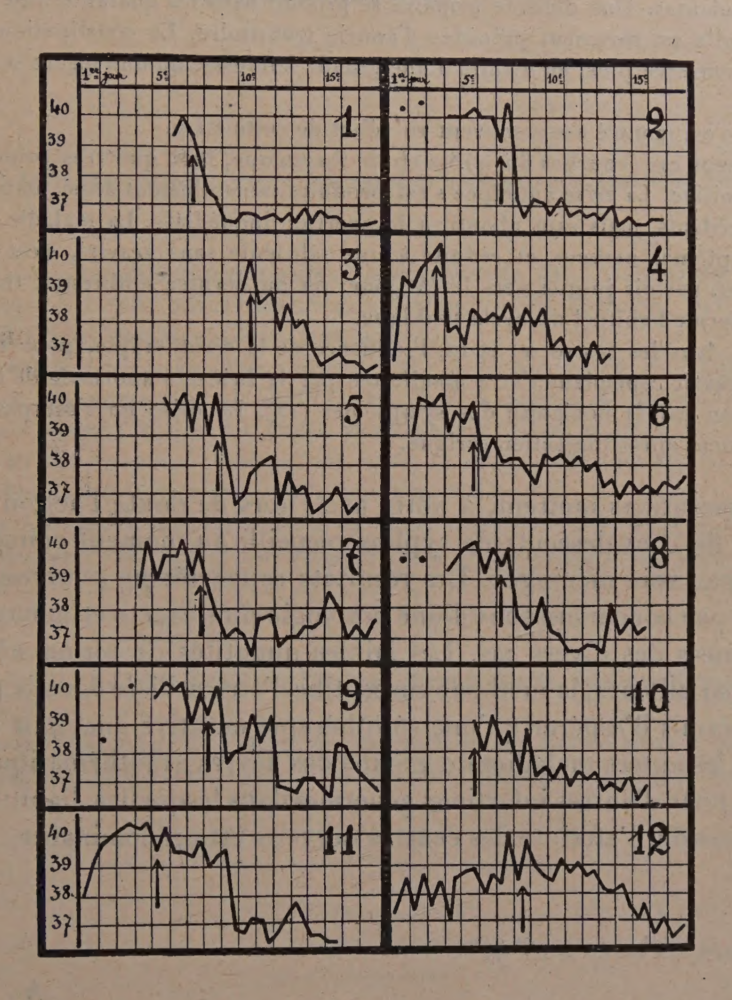
Orticoni, employant par voie rachidienne le sérum de convalescents, recueilli de 6 à 12 jours après la fin de la fièvre, a obtenu une amélioration de l'état général de ses typhiques, sans modification nette de la durée de la maladie ni de la courbe thermique.

Sans avoir eu connaissance de ces travaux, nous avons appliqué une thérapeutique analogue sur 14 malades, utilisant des mélanges de sérums,

---

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1027.

recueillis du 10e au 24e jour de l'apyrexie. Chaque malade a reçu une seule dose de 20 à 25$^{cm^3}$ de sérum, après soustraction d'une quantité convenable de liquide céphalo-rachidien. Les résultats ont été les mêmes, que le sérum ait été chauffé ou non une demi-heure à 58°.



Faite deux fois *in extremis*, l'injection rachidienne n'a pu empêcher la mort imminente. Les courbes thermiques des douze autres malades sont reproduites ci-dessus, la flèche indiquant le moment de l'intervention.

1. Dans deux cas (courbes 1 et 2), la fièvre tombe en 24 à 36 heures après l'injection, pour ne plus se relever. Chez ces malades et ceux du groupe suivant, la sérothérapie est suivie d'un ensemble de phénomènes dont les uns (vomissements assez fréquents)

sont dus à la voie employée et dont les autres reproduisent, à une date anticipée, la crise qui marque habituellement la fin du typhus. L'état général s'aggrave pendant quelques heures, parfois aussi le délire et la fièvre; après quoi, apparaisent des signes heureux : cessation de l'insomnie pénible des typhiques, disparition de la céphalée, sueurs abondantes. Une débâcle urinaire se produit dans les quarante-huit heures au plus tard; elle est rarement précédée d'anurie transitoire. La constipation cesse; le malade ne conserve plus, en dehors d'une grande faiblesse, qu'une légère sensation de vertige.

L'herpès s'est montré assez souvent au début de cette crise.

2. Dans sept cas (courbes 3 à 9), la chute thermique, bien que très prononcée, n'a pas été définitive. La crise anticipée s'est produite, sensiblement aussi nette que dans les cas précédents, mais sans aboutir à la guérison immédiate. La maladie, décapitée de ses symptômes nerveux et réduite à une fébricule sans gravité, s'est prolongée quelque peu, parfois jusque vers le 15e jour, où un dernier soubresaut thermique a marqué le terme habituel du cycle typhique.

3. Enfin, dans les cas 10, 11 et 12, l'influence de la sérothérapie, pour être moins éclatante, paraît cependant s'être manifestée par la brièveté anormale de la maladie (10 et 11) ou par la bénignité des symptômes (12). La crise ne s'est pas produite immédiatement après l'injection sérique.

Ces observations mettent, à notre avis, hors de doute l'action curative du sérum de convalescents de typhus recueilli au moment convenable et employé par voie méningée. Les résultats rapportés ne pourront qu'être améliorés par la connaissance d'une posologie plus exacte et mieux adaptée aux exigences des divers cas. Les faibles quantités de sérum nécessaires rendent, par ailleurs, la méthode susceptibe d'être utilisée dans la pratique.

Il est permis d'espérer qu'une sérothérapie curative analogue sera efficace pour les autres maladies du groupe des fièvres exanthématiques, peut-être aussi pour d'autres infections générales dans lesquelles, habituellement ou par occasion, l'atteinte des centres nerveux est prédominante.

La séance est levée à 15^{h}45^m.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de mars 1932 (*suite et fin*).

L'évolution. Problèmes aquatiques et montagnards, par J. Costantin. Extrait des *Annales des Sciences naturelles*. Séries *Botanique et Zoologie*, 1931; Xe série, Tome XIII. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. 25cm,5.

Robert Koch. Le cinquantième anniversaire de la découverte du bacille tuberculeux, par A. Calmette. Extrait du *Bulletin de l'Académie de Médecine*, séance du 8 mars 1932, Tome CVII, n° 10. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. 24cm.

Report on the Faraday Celebrations, 1931. In *Royal Institution of Great Britain*. Londres, The Royal Institution, 1932; 1 fasc. 21cm,5.

Economic Proportions and weights of Modern Highway Cantilever Bridges, par J.-A.-L. Waddell. In *Papers American Society of Civil Engineers*, New York, s. d.; 1 fasc. 23cm.

L'École Polytechnique. In *Société des Amis de l'École*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1932; 1 vol. 27cm,5.

L'avenir et la prémonition, par Charles Richet. Paris, édition Montaigne, 1931; 1 vol. 18cm,8.

Les pouvoirs inconnus de l'esprit sur la matière, par Eugène Osty et Marcel Osty. Paris, Librairie Félix Alcan, 1932; 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. Ch. Richet.)

ERRATA.

(Séance du 11 avril 1932.)

Note de M. *D. Riabouchinsky*, Mouvement d'un fluide compressible autour d'un obstacle :

Page 1215, ligne 10, *au lieu de* fluide incompressible, *lire* fluide compressible.

(Séance du 25 avril 1932.)

Note de M. *Marcel Mennesson*, Méthode de mesure de haute précision des longueurs et des épaisseurs :

Page 1461, ligne 16, *au lieu de* réservoir H et le niveau du tube M, *lire* réservoir R et le niveau dans le tube M.

Note de MM. *R. Fosse*, *P. De Graeve* et *P.-E. Thomas*, Un nouveau principe des végétaux : l'acide urique.

Page 1409, ligne 19, après Ksapek, mettre l'appel (5) et ajouter au bas de la page la note suivante :

(5) Kzapek, *Biochemie der Pflanzen*, 3e édition, 3, 1925, p. 193 et 203.

Page 1413, en note après (2), remplacer *loc. cit.* par la référence (6) de la page 1408.

(Séance du 25 avril 1932.)

Note de M. *André Blondel*, Nouvelle représentation algébrique des courants alternatifs et de tous autres phénomènes oscillatoires :

Page 1416, lignes 10, 11, 14, 15, 18, *au lieu de* $j^{1/3}$ et $j^{2/3}$, *lire* $j^{4/3}$ et $j^{8/3}$.

Note de M. *Raymond-Hamet*, Les poisons sympathicolytiques peuvent-ils transformer, en une action vaso-dilatatrice, l'action vaso-constrictive des amines dont ils n'inversent pas l'action hypertensive?

Page 1530, légende de la figure 1, ligne 6, *supprimer* chaque trait.